

「水とともにある未来」シナリオの検討
—国際ワークショップ報告—
(2014年2月開催)

2016年2月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター

NISTEP NOTE(政策のための科学)は、科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」に関する調査研究やデータ・情報基盤の構築等の過程で得られた結果やデータ等について、速報として関係者に広く情報提供するために取りまとめた資料です。

NISTEP NOTE(Science of Science Technology and Innovation Policy) No.18

Scenarios toward the Future with Water

- Discussion at the International Workshop held in February 2014-

February 2016

Science and Technology Foresight Center

National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Japan

<http://doi.org/10.15108/nn018>

本資料の引用を行う際には、出典を明記願います。

「水とともにある未来」シナリオの検討—国際ワークショップ報告(2014年2月開催)—

文部科学省科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター

要旨

科学技術・学術政策研究所は、2014年2月、第10回科学技術予測調査の一環として国際ワークショップを開催し、「水とともにある未来」シナリオの検討を行った。

まず、将来大きな変化をもたらす可能性のある水に関する新しい動きを四つの変化要因(食材の地産地消、水都市国家、集合知、水市場の産業化)に集約した。次いで、それらが将来の生活をどのように変えていくかについて検討を行い、その結果を基に都市、食、産業に関わる未来シナリオを作成した。シナリオにおいては、水の生産と利用に関するイノベーションを通じて、地域の食料生産・供給を自立させ、産業廃水の汚染を減少させ、さらに環境破壊を軽減した都市ネットワークの可能性が示された。

本調査の手法は、不確実な未来を検討する方法の一つとして機能し得るものと考えられる。今後の課題は、世の中に存在する膨大で多岐にわたる情報からいかにして新しい動きを抽出・評価するかである。情報のスキャンニング・集約・分析のための自動的な手法を開発するとともに、そうした自動的手法と人手による手法(ワークショップ等)の適切な組み合わせを見出すことが求められる。

Scenarios toward the Future with Water - Discussion at the International Workshop held in February 2014-

Science and Technology Foresight Center, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), MEXT

ABSTRACT

This study developed scenarios regarding water utilization in the future at the international workshop held as part of NISTEP's 10th Foresight.

Weak signals that may bring a great change in the future were sorted out to four change factors; locavore food chain, H₂O-opolis, collective intelligence, and industrialization of the water market. The conclusion described futures with water for cities, food, and industry, which would the four change factors would cause. Each scenario suggested the possibility that innovation in the production and use of water will make possible new ways of local production for local consumption, will reduce water pollution from industry and encourage the development of urban network which will mitigate the environmental damage.

This suggests the possibility that this procedure serves as a tool of discussing uncertain future. The future challenge is the method development to extract useful information from a flood of wide-ranging information around, that is, the development of automatic collection, aggregation and analytical methods, and of appropriate combination with automatic procedure and expert judgement.

目次

概要	i
1. 目的	1
2. 方法	1
2.1. 科学技術や社会の変化に関する情報	1
2.2. シナリオ作成のためのワークショップ	2
3. 結果	4
3.1. マクロイシューの方向性の導出	4
3.2. 変化要因の導出	6
3.3. 変化要因がマクロイシューの方向性に与える影響	7
3.4. 未来シナリオ	8
4. まとめ	12
付録1:「マクロイシュー」リスト	15
付録2 「ウィークシグナルクラスター」リスト	19

概要

本調査では、2014年2月、第10回科学技術予測調査の一環として国際ワークショップを開催し、将来の変化要因を考慮した水利用に関する未来シナリオの検討を行った。

1. 方法

まず、水に関する今後20年程度の科学技術や社会の変化に関するスキャンニング情報を基に変化の方向性を検討し、それを基にシナリオを作成した。以下に検討手順を示す。

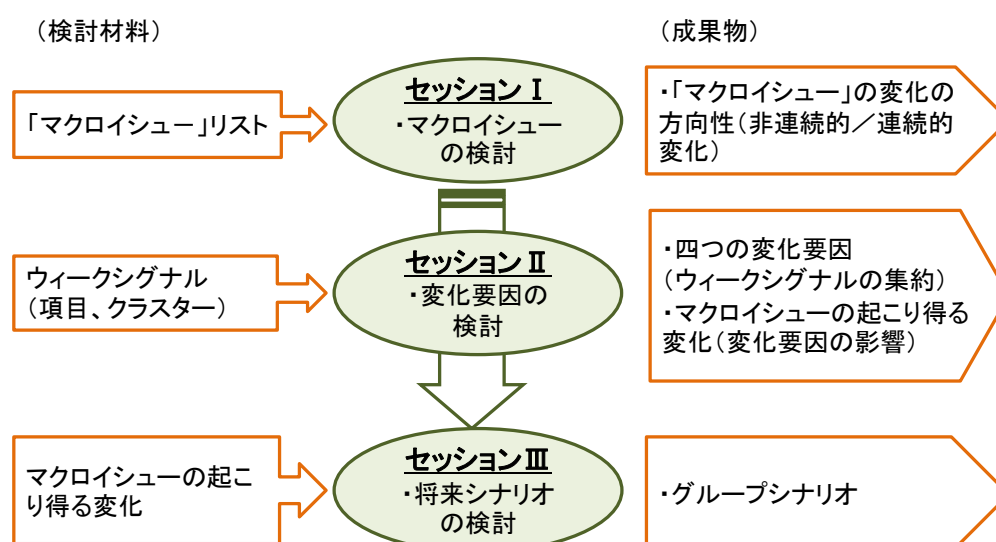
(1) 事前調査: 科学技術や社会の変化に関するスキャンニング

東南アジア地域を中心として、「水」に関連する科学技術及び社会の今後20年の変化を対象としたスキャンニング、すなわち、

- ・ マクロイシュー(現在の動向から演繹的に導かれる変化の方向性)の収集・整理、及び、
 - ・ ウィークシグナル(現在認識されている動向から非連続であり、将来的に変化をもたらす可能性がある事象)の収集・整理
- を行った。

(2) ワークショップ

アジアを中心とする計14か国、32名の参加者による国際ワークショップを実施した。参加者は、各国の科学技術イノベーション政策に関わる行政官・研究者、及び、国内の水関連企業の専門家である。検討工程を以下に示す。



2. 結果

(1) マクロイシューの検討

ワークショップでの検討を経て設定されたマクロイシューは、以下の通りである。それぞれについて、非連続的変化と連続的変化を仮定した。

領域	マクロイシュー
居住 [環境]	<ul style="list-style-type: none">・ 水不足がエコシステムにダメージを与える・ 異常気象により脆弱性が増加する・ 産業による水汚染により飲料水供給が減少する・ 水のリサイクルにより地域のエコシステムが保たれる
生計 [経済]	<ul style="list-style-type: none">・ 水需要増に伴い、水の価格が上昇する・ 水不足により食料供給が制約を受ける・ イノベーションにより、経済活動における水の必要量が減少する
保健・福祉 [健康]	<ul style="list-style-type: none">・ 水関連の疾病が蔓延する・ きれいな水が地域の強みとなる
人間関係 [政治]	<ul style="list-style-type: none">・ 水利権を巡る国際紛争が発生する・ 社会格差が拡大する・ 水に関するイノベーションが緊張関係を救う

(2) 変化要因の検討

ウィークシグナル情報を集約した変化要因を以下に示す。

- ・ 地元で採れた食材を摂る地産地消 (Locavore food chain)
- ・ 水都市国家 (H₂O-opolis)
- ・ 集合知 (Collective intelligence)
- ・ 水市場の産業化 (Industrialization of the water market)

(3) 変化要因がマクロイシューの方向性に与える影響

ワークショップにおける参加者の投票では、すべての変化要因は、およそ全てのマクロイシューにおいて連続的変化が起こる方向に影響するとされた。

(4) 水の未来シナリオの作成

グループディスカッションにより、都市における水の未来、食における水の未来、産業における水の未来についてのシナリオを作成した。シナリオにおいて、水の生産と利用に関するイノベーションにより、地域の食料生産・供給を自立させ、産業廃水の汚染を減少させ、さらに環境破壊を軽減した都市ネットワークの可能性が示された。

3. まとめ

本調査の手法は、不確実な未来を検討する方法の一つとして機能し得るものと考えられる。今後の課題は、世の中に存在する膨大で多岐にわたる情報からいかにして新しい動きを抽出・評価するかである。情報のスキヤニング・集約・分析のための自動的な手法を開発するとともに、そうした自動的手法と人手による手法(ワークショップ等)の適切な組み合わせを見出すことが求められる。

本 編

1. 目的

水は生命にとって最も根本的かつ必須の資源である。新興国の産業発展や人口増等による水需要の増大や気候変動が相俟って、世界各所における水不足と争奪の激化が起り始め、水災害も各所で生じている。そこで本調査では、第10回科学技術予測調査の一環として、世界共通の大きな課題である「水」をテーマとして取り上げ、将来シナリオの検討を行う。第10回調査では、科学技術や社会の変化の兆候を捉えること、及び、国際的な視点からの検討を行うことを基本方針としており、本調査はこの方針に沿って検討事例を提供するものである。

2. 方法

本調査では、国際ワークショップを開催し、水に関する今後20年程度の科学技術や社会の変化に関する情報を基に、水とともにある未来に関するシナリオを作成した。以下に検討手順を示す。

2.1. 科学技術や社会の変化に関する情報

本調査では、東南アジア地域を中心として、「水」に関する約20年後の科学技術・社会変化を対象としたスキャンニングを行った結果を基にワークショップにおいて検討を行った。以下にその手順を示す。

(1) マクロイシュー(現在の動向から演繹的に導かれる変化の方向性)

将来の変化を考える材料として、東南アジア地域を中心としてマクロイシューの収集を行った。マクロイシューとは、直接的あるいは間接的に、また現在あるいは将来に、「水」の影響を受けることが考えられる事項を指す。具体的な検討の手順は以下の通りである。

- ①マクロイシューの領域として、居住(Habitat)[環境]、生計(Livelihood)[経済]、保健・福祉(Wellbeing)[健康]、人間関係(Relationship)[政策]の4領域を設定した。
- ②主に東南アジア地域の科学技術イノベーション政策関係機関の行政官あるいは研究者に依頼し、上述の区分毎に「水」の影響によって起こり得る変化に関する最新情報の提供を求めた。内容は、例えば、i)将来の生活の中で水はどのような役割を果たし、居住環境はどう変わる可能性があるのか、ii)将来の暮らし(生計)にどのような影響を与え、経済状況はどう変わる可能性があるのか、iii)保健や福祉にどのような影響を与え、我々の健康維持の状況はどう変わる可能性があるのか、iv)将来的に人や国家間の関係にどのような影響を与え、どのような政治的变化があり得るのか、等である。

(2) ウィークシグナル(現在認識されている動向から非連続であるものの、将来的に大きな影響を与える可能性がある事象)

上述のマクロイシューと同様の方法で「ウィークシグナル」に関する情報を収集した。次いで、こ

これらの情報の中から関連する項目のグループ化を行ってウィークシグナルクラスターを作成し、適切な題名を付した。具体的な検討の手順は以下の通りである。

①ウィークシグナル情報の収集

雑誌、新聞等の記事の中から、「水の未来」に関連する、あるいは将来の水問題にとって重要になるとされるイノベーション、出来事、研究開発等の情報(ウィークシグナル情報)を収集した。収集した項目は、当該情報の題名、概要、出典・著者である。

②ウィークシグナルクラスターの作成(ウィークシグナル情報のグループ化)

①で収集したウィークシグナル情報のリストを提案者に提示し、「水の未来」にとって重要な変化や発展を起こす可能性のある関連する複数の情報をリストから選択してグループ化する提案を求めた。この提案を基にウィークシグナルクラスターを作成し、内容を端的に表す題名を付した。

2.2. シナリオ作成のためのワークショップ

シナリオ作成のため国際ワークショップを開催し、事前調査で収集したマクロイシュー及びウィークシグナルに関する資料を基に、20年後の科学技術及び社会の変化に関する将来シナリオの検討を行った。ワークショップの開催概要は以下の通りである。

日程： 2014年2月13日(木)～14日(金)

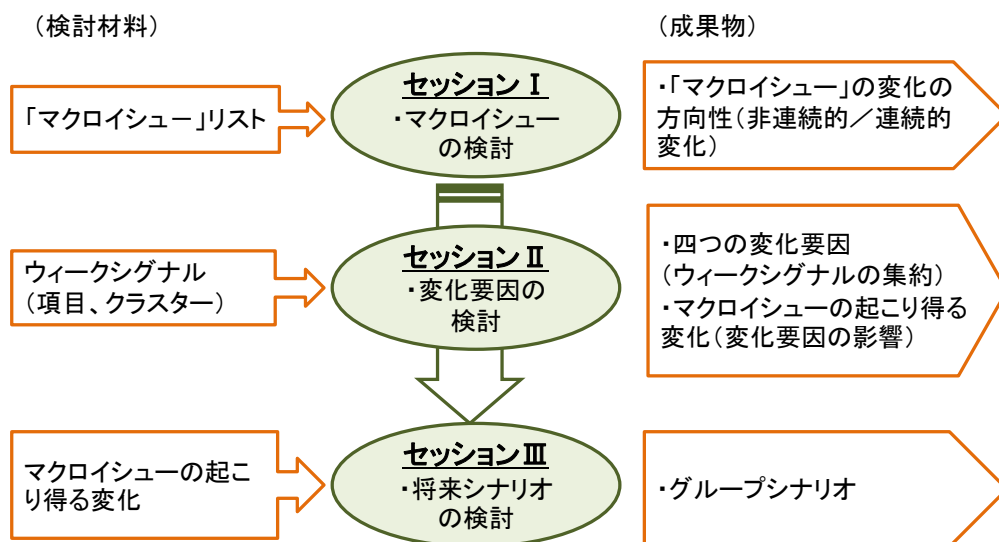
場所： 日本科学未来館 会議室1・2

参加者： アジアを中心とする各国の科学技術政策に関わる行政官及び研究者、水関連企業の専門家、計32名(13か国、2国際機関)

国	機関
OECD	戦略的フォーサイト
APEC	APEC 技術予測センター
インドネシア	インドネシア科学院(LIPI) 科学技術開発研究センター
シンガポール	首相府未来戦略センター、A*Star
スリランカ	国立科学財団
フィリピン	科学技術省
マレーシア	科学技術イノベーション省
モンゴル	経済開発省
カザフスタン	技術開発庁
ロシア	国立高等経済学院、モスクワ大学
オランダ	デルフト工科大学
ノルウェー	在京ノルウェー大使館
エジプト	エジプト科学アカデミー
米国	ハワイ大学
日本	水 ing(株)、法政大学、(独)科学技術振興機構、科学技術・学術政策研究所

検討プロセスは、以下の4ステップから構成される。ワークショップは3セッションから構成され、セッション1ではステップ1、セッション2ではステップ2及び3、セッション3ではステップ4が実施された。ワークショップの検討の流れを図表1に示す。

図表 1: ワークショップにおける検討の流れ



(1) ステップ1: 「マクロイシュー」の検討

ステップ1は、水に関する将来の変化の方向性(マクロイシュー)について参加者間で認識を共有するステップである。参加者は、提示されたマクロイシューを題材として、将来見通し、変化する事象間の関係性、変化の様々な方向性等について議論を行った。

この議論を基に整理を行い、4領域のマクロイシューを特定し、それぞれのイシューについて、変化の二つの方向性(非連続的变化と連続的变化)を導出した。

(2) ステップ2: 「変化要因」の集約

ステップ2は、「ウィークシグナル項目」及びそれらをクラスタリングした「ウィークシグナルクラスター」を基に各々の関連性を中心に議論を行い、「変化要因」(change factors)に集約させるステップである。

事前調査で作成したウィークシグナルクラスターをワークショップ参加者に提示し、コメントの追加や他の関連するウィークシグナル項目の追加等を行った。こうした内容の拡充を経て、最終的に四つの「変化要因」に集約させた。

(3) ステップ3: 「変化要因」の影響

ステップ3は、「変化要因」(ステップ2で検討)がマクロイシュー(ステップ1で検討)に与える将来インパクトの可能性について検討するステップである。

具体的には、マクロイシュー毎に内容と方向性についての短時間の議論を行った後、各「変化要因」を考慮した上で、マクロイシューの方向性として連続的変化と非連続的変化のどちらが起こり得るのかについて投票により意見をまとめた。

(4) ステップ4

ステップ4は、これまでの検討結果を基に、将来像を描くステップである。具体的には、参加者を3グループに分け、グループ毎に中心となるテーマを設定してシナリオを作成した。

3. 結果

3.1. マクロイシューの方向性の導出

セッション1において、マクロイシューの検討を行った。事前調査で振り分けた4領域(居住(Habitat)[環境]、生計(Livelihood)[経済]、保健・福祉(Wellbeing)[健康]、人間関係(Relationship)[政治])の項目毎に統合・分割、追加・削除の検討を行い、マクロイシューを特定した(付録1参照)。次いで、各マクロイシューについてそれらが非連続的に変化する場合(方向性 X)と連続的に変化する場合(方向性 Y)について検討を行い、変化の二つの方向性を導出した。マクロイシュー及び二つの変化の方向性を図表2に示す。

図表 2: マクロイシュー及び二つの変化の方向性

[環境]

方向性 X (非連続的変化)	マクロイシュー	方向性 Y (連続的変化)
Involuntary migration	水不足がエコシステムに ダメージを与える Water scarcity damages human ecosystems	Population of some natural areas is increasing rapidly. The meaning of the city will be very different from that of now.
The economy will stand still when disaster strikes	異常気象により脆弱性が 増加する Growing vulnerability to extreme climatic eventS	Additional financial speculation and “hedging”, and rising insurance costs
In the long run, the toxicity level in human body will be more than the allowable exposure, due to consumption of unsecure food supplies	産業による水汚染により 飲料水供給が減少する Industrial pollution reduces potable water supply	People question origin and risk of products and impose remedies (conscious capitalism)
There will be increased tension between old and new groups over water	水のリサイクルにより地域の エコシステムが保たれる Recycling of water saves local ecosystems	Increasing effort and expenditure

[経済]

方向性 X (非連続的変化)	マクロイシュー	方向性 Y (連続的変化)
Existing businesses will be hindered by the increase in the cost of water	水需要増に伴い、 水の価格が上昇する Growing demand for Water raises its price	Many industries producing freshwater will be established
Loss of income to traditional farmers and fishermen, high unemployment rate in rural areas	水不足により食料供給が 制約を受ける Food supply Constrained by lack of Water	Changes in what people produce and buy
Energy and water technologies merge as energy harvesting from the entire water cycle becomes a standard	イノベーションにより、 経済活動における水の 必要量が減少する Innovation drives Decline in water intensity of the economy	Investment in intelligent systems and resource efficiencies will be a significant economic driver

[健康]

方向性 X (非連続的変化)	マクロイシュー	方向性 Y (連続的変化)
Increased health risks and diseases put heavier burden on (urban) sanitation and healthcare systems	水関連の疾病が蔓延する Water-related Diseases spread	In order to stop the spread of disease, we will be faced with the need to transport clean water from other locations
The question of who pays will become an important issue in democratic politics	きれいな水が地域の強みとなる Clean water is a Source of local Advantage	Large new infrastructure investments – both for the delivery of clean water and the recycling of dirty water

[政治]

方向性 X (非連続的変化)	マクロイシュー	方向性 Y (連続的変化)
Migration will wreck havoc on political boundaries and constituencies	水利権を巡る国際紛争が発生する International Conflicts over access to Water rights	Water-abundant countries have more power in international politics
Political stability of a particular government will be limited	社会格差が拡大する Social divisions Worsen	The growing strength of local communities will generate a demand for devolution of political power
Changes in the global environment will be limited to joint research ventures and minor cooperative agreements	水に関するイノベーションが 緊張関係を救う Innovation in water relieves tensions	Two parties who have a bad relation might unite for securing water interests

3.2. 変化要因の導出

セッション2では、変化要因(change factors)の議論が行われた。参加者は、87個のウィークシグナル情報をまとめた43個のウィークシグナルクラスター(付録2参照)について、互いにどのように関連づけられているかについて議論を行い、四つの変化要因に集約した。各変化要因に含まれるクラスターを図表3に示す。各変化要因には、内容を端的に表す題名が付けられた。これらの四つの変化要因は、マクロイシューについて、ある方向に変化を起こすきっかけになり得る。

図表 3: 変化要因とウィークシグナルクラスター

変化要因	含まれるウィークシグナルクラスター(先頭はクラスター番号)
Locavore food chain 地元で採れた食材を摂る地産地消	12 Advances in technology to produce with a small amount of water 4 Water in future food 9 Systems for sustainable water use (2) life in a bento box 27 Sustainable, organic and local food 30 Growth botanics 38 Think in terms of virtual water demands and not simply “demand on water” 40 Please do not eat up all the water (7) Smart consumption and resource utilization
H ₂ O-opolis 水都市国家	19 H ₂ O-polis 32 Maker places 39 Over the deep blue sea 40 The limits of density 20 Municipal authorities lead the way (2) Life in a bento box 15 Kitchen plant 6 Sustainability of the water cycle (11) Variety of local responses defines local management (18) Sense globally, respond locally
Collective intelligence 集合知	23 Building on crowd intelligence 33 Smart Mogs 29 Impotence of policy decision making 21 Raising consumer awareness 18 Sense globally, respond locally 11 Variety of local responses define local management 16 With a little help from S&T 10 Government policy on water conservation I Inter-disciplinary problem solving to secure right utilization of water resources
Industrialization of the water market 水市場の産業化	13 Badwater revival 8 Reshaping heavy industry 35 Water and waste water 36 Addressing climate 13 Commercialized water 14 Future methods of conservation and water hazard mitigation 24 Valued at last? Product and market 37 Modesty in water use (25) Smart water

- ① **Locavore food chain**（地元で採れた食材を摂る地産地消）
都市における地元の食材の消費と生産へのシフトが潜在可能性として存在することを示唆する。「locavore」とは local（地元）+ vore（～食動物）で構成された言葉である。
- ② **H₂O-opolis**（水都市国家）
水利用の自己完結性の進展及び水の持続的供給により、より少ない水の供給で機能する新たな都市モデルの導入を示唆する。
- ③ **Collective intelligence**（集合知）
伝統的なトップダウンの制度設計がなされる場所において、水の利用・確保に関する管理と方策がクラウドソーシングでの実施にシフトすることを示唆する。
- ④ **Industrialization of the water market**（水市場の産業化）
水の価値の高騰を反映し、産業・経済が水の利用とリサイクルを商業的生産システムとして導入することへシフトするのを示唆する。

3.3. 変化要因がマクロイシューの方向性に与える影響

セッション2において、変化要因の導出に続き、それら変化要因がマクロイシューに与える影響について議論を行った。セッション1で作成した各マクロイシューの非連続的変化と連続的変化(図表2参照)について、どちらが起こりうるのかの投票をとりまとめた結果を図表4に示す。ただし、両方の可能性に1票ずつ投じること、またどちらにも票を投じないことも可とした。

結果からおよそ全てのマクロイシューにおいて、各変化要因は連続的変化の方向に影響を及ぼすとされ、特に **habitat** と **livelihood** ではその傾向がより強かった。また、**wellbeing** と **relationship** のマクロイシューにおいて、どちらの可能性についても投票数が低く、変化要因によるインパクトが不確かであることがわかった。

図表 4: 変化要因の影響

Change Factors	I		II		III		IV	
ISSUES	LOCAVORES		H ₂ O-OPOLIS		COLLECTIVE INTELLIGENCE		INDUSTRIALIZATION OF WATER	
1A - WATER SCARCITY DAMAGES HUMAN ECOSYSTEMS	2	16	0	22	0	18	2	16
1B - GROWING VULNERABILITY TO EXTREME CLIMATIC EVENT	5	18	0	21	8	17	1	17
1C - INDUSTRIAL POLLUTION REDUCES POTABLE WATER SUPPLY	2	13	3	7	0	18	4	18
1D - RECYCLING OF WATER SAVES LOCAL ECOSYSTEMS	8	19	13	10	13	10	13	12
2A - GROWING DEMAND FOR WATER RAISES ITS PRICE	7	10	8	17	1	16	-	-
2B - FOOD SUPPLY CONSTRAINED BY LACK OF WATER	10	21	6	17	0	24	14	11
2C - INNOVATION DRIVES DECLINE IN WATER INTENSITY OF THE ECONOMY	10	18	14	12	9	21	13	16
3A - WATER-RELATED DISEASES SPREAD	7	6	10	3	1	8	1	13
3C - CLEAN WATER IS A SOURCE OF LOCAL ADVANTAGE	7	11	10	14	12	6	14	14
4A - INTERNATIONAL CONFLICTS OVER ACCESS TO WATER RIGHTS	2	14	9	5	2	5	0	23
4B - SOCIAL DIVISIONS WORSEN	4	12	13	10	1	23	8	12
4C - INNOVATION IN WATER RELIEVES TENSIONS	9	7	6	3	4	12	5	7

3.4. 未来シナリオ

セッション3では、参加者は3グループに分かれ、四つの変化要因によって水とともにある未来がどのように変化するかを検討を行った。グループAは、都市における水の未来をテーマとして取り上げ、未来の都市における変化の要素を検討した。グループBは、食における水の未来、そして、グループCは、産業における水の未来を議論した。各グループは、それぞれの未来において、どのような科学技術政策のイノベーションが考えられるかを検討し、短いシナリオをとりまとめた。

シナリオA: 都市における水の未来

グループAでは、変化要因によって導かれた水の未来が、20年後の東京をどのように変えているかを中心に議論を進めた。

このグループでは、四つの変化要因がすべて成立することを考えた。これは、各変化要因が未来へのイメージを互いに補完し合う関係にあることを意味する。また、各変化要因に共通する特徴として、いままでの古い習慣の変換を促すことが挙げられた。こうした特徴をヒントに、グループAでは東京を象徴的な都市として取り上げた。

まず、2035年の東京をオープンな都市になると想定した。地方については、都市化が進まない地域というイメージではなく、密度が低いながらもエネルギー生産、食物生産、産業、レジャー、そ

してレクリエーションのような多様な機能を持つ周辺地域として想定し、そうした周辺地域に対して東京がオープンに接続しているという未来が描かれた。また、海水をより利用できる沿岸部の土地が東京に増えていくという意味でもオープンである。さらに、都市の人口バランスを保つため、移民に対して寛容な対応が行われること、都市を構成する多様な人々に対応し、国際都市としての特徴を持つためのイノベーションを受容すること、そして、他の近郊・遠郊の地域と繋がったオープンシステムとして機能することも挙げられた。都市が閉じたエコシステムとして機能することを目指しても持続可能な都市は構築できないためである。

20年後の東京には、多くの水に関連するイノベーションがみられる可能性がある。例えば、海水脱塩プラント、モジュール化・分散化したインフラ、都市の屋上の食物工場、雨水の管理、食料の収穫システム、そして海上コミュニティから湾岸における洪水コントロールシステムなど、多岐にわたるだろう。

人間関係に関する議論では、Life in a bento-box「人生は弁当箱」や The limits of density「密度の限界」といったウィークシグナルを中心として議論が進んだ。そこから、二つの政策設計の提案が導かれた。一つは、都市の活発で価値あるメンバーとして高齢者が居住することを前提としたコミュニティにおいて、政策等によって全体的な密度を制限するという提案である。もう一つは、交通網に支えられ東京のような巨大都市が他の都市とのネットワークを維持し、かつ資源の共有や緊急時の都市間連携を行うという提案である。

また、都市は発生する全ての課題に応え、決定を下すにはシステムとして複雑化し過ぎているという認識が共有された。したがって、都市は可能な範囲でオプションを残すこと、すなわち、異常事態のために冗長性(リダンダンシー)や回復力(レジリエンス)を担保することが望まれる。この多様な選択肢は、食料供給、水、輸送、危険の軽減、生計手段について用意されるものである。水について言えば、「もったいない」の視点から3R(リデュース、リサイクル、リユース)はもちろんのこと、ウォーター・ハーベスティング(自然環境からの水の取得)や海水脱塩など水の資源量自体の増量、産業・コミュニティ・個人の取組により廃水を有効利用する水循環システムの構築、そして、他地域との相互合意に基づく必要時の水の輸出入なども選択肢に含まれる。これによって利用者にとっては、水の供給源の選択肢が増えることになる。また政策関係者にとっては、関連する他の政策と調整しつつ、リサイクルやリユースのインセンティブを引き起こす必要が生じる。成功の鍵は、様々な官民の当事者の競争と協力を進めること、情報を可視化して市民に提供し認識を高めることである。

シナリオB: 食における水の未来

グループBでは、20年後の水を巡る状況がもたらす制限の下、コミュニティが自らの住民をどのようにして養っていくかについて考えた。ワークショップで明らかになった変化要因から、人口に対して食の持続的供給に成功した場合、その都市がどのようなものになるかをイメージした。

グループでの議論の結果、四つの変化要因はどれも矛盾せず同時に起こるものであり、新しいコミュニティにおけるフードチェーンの創造と管理の成功に影響を与えることになる。グループによって共有された視点は、研究開発と革新的な都市計画に対して、適切な政策が提案されるだろうという楽観的な考えだ。

食料生産のための水やエネルギーの効率的な利用を促進するに当たって最も重要なイノベーションは、ウォーター・ハーベスティングの最大化や使用済の水のリサイクル(雨水や大気中の水の利用、海水の脱塩、浄水など)、ならびにコミュニティが利用するバーチャルウォーター消費量の最小化を進める政策の総合的な立案だ。これは、地域の食料生産に対して、水の利用を最低限に抑えることと、生活の中で高レベルの水のリサイクルを実現することで成し遂げられる。

新しい都市は、実験的なコミュニティとして、人の居住にとっては比較的過酷な自然環境の中につくられている。コンパクトな環境が、新たなインフラ環境技術、エネルギー技術、そして食料生産技術によって構成され、密集地での生活を可能にしている。コミュニティはどこからでもアクセスでき、無計画に広がることはない。最初にこの新しい都市に居住するのは、科学技術の研究者・技術者と考えられる。

地方の人口を考えると、既存のコミュニティからの移転はリスクが大きいと、食料と水の輸送に掛かるエネルギーの利用を減らすスキームは段階的に達成されていくべきである。自然環境に依存する農業は、水を大量消費するだけでなく、常に最適な環境でなされるものではないため、生産性が低く安定供給も難しい。したがって、長期的には、既存のフードチェーンを大きく変え、このような既存の農業を激的に減らすことが期待される。この実験的プロジェクトを雛形として、地方の人口を移転させ、より効率的な食料生産が行える都市とすることも考えられる。

新たなコミュニティは、姉妹都市の関係を構築することになる。第一段階では、都市は農村との協定を結ぶ。農村は都市の市場に限定して生産物を売ることとする。これは、都市は農村の生産者の生計を保証することになる。

ある意味、このようなコミュニティは、フード・グリッド(作物はGPSによるセンサーでリアルタイムに管理され、肥料や水やりが効率的に与えられる)を持ち、コミュニティのために生産される食料で自身を養うことを学ぶのである。一方、より管理された人工的な環境での食料生産も試みられる。同時に、この新たな都市は調理や料理のためのセンターとなるかもしれない(料理学校、レシピのポータルなど)。そこでは、食べ物の無駄は極力減らされ、自炊することが格好良いと考えられるようになる。こうした試みがうまくいけば、政府が新たに他の都市で同じような試みを進めやすくなる。

それから、地方の人口が徐々に都市に移動し、一世代以上かけて人工的に管理された環境での食料生産する植物工場が都市に段階的につくられていく。地方の農業従事者が都市に移る際には、雇用の機会が十分に与えられるような政策がつけられる。工場は、革新的な植物生育システムや水がリサイクルされる水処理システムの実験場としても機能し、若者が高度技術を学ぶ場にもなる。

研究開発拠点においては、人の排泄物を科学的に管理するインフラシステム整備がなされるとともに、より効率的な公衆衛生政策や医療サービスに貢献する知識を得ることもできる。また、こうした排泄物は肥料やエネルギーにもなる。

地方の農村の若い世代を誘致するために、都市はキャンペーンを実施し、都市と地方の若者の交流やアイデア・情報交換を促す。地方の子どもたちは、都市の子どもたちと仲良くなり、都市における節水生活についての理解を深め、成長するにつれて移住しようと思うようになる。

新たなコミュニティでは、科学技術の知識の強みをベースとした生活が展開される。水の自給自足は、水の確保を中心とした研究開発、浄化、海水淡水化、リサイクル技術、そして排水や人間の

排泄物からのエネルギー生産によって実現される。食の自給自足については、植物・野菜が最小限の水で生育できる技術、生育システムにおける水のリサイクルシステム、そして、野菜の生産量が最も多くなる環境を作るノウハウが、建物内の管理された環境の中で実現している。下水からの新たなエネルギー生産技術や、人間の排泄物を新しい有機肥料とする技術も発達するであろう。管理された環境による植物生産は、バイオ医薬品の生産といったイノベーションにも適用できるだろう。

工場における食料生産がコンパクトな都市で生まれ、より大きな食料の自給自足の動きにつながるであろう。都市では、継続的な技術の発展と改善が行われ、効率的な食料生産のための関連技術(特許)、スキーム(設計やハードウェア建設)、特許をベースとしたインフラ管理システムなどを他の都市に売ることにより収益を得る。イノベーションを継続することにより、新たなコミュニティはさらに繁栄する。

シナリオC： 産業における水の未来

グループCでは、四つの変化要因が産業構造に対して変化を求める動きが著しく増すことを示した。

第一に、生産時の水の消費量を減少させる、小規模の製造及び配送へのイノベーションが進むことが挙げられる。これは水を減らす方向に経済がシフトしていくことでもある。一方、水市場自体は再生水製造へと抜本的にシフトしていることも注目すべきであり、エネルギー生産と同様の形態や価格をとることが考えられる。第二に、地元で採れた食物を食べることによるフードチェーン、すなわち、より地域に密着したフードチェーンへの移行が進み、自給自足型の新たな植物工場(植物栽培生育システム)へのシフトが進むであろう。これは、食料の輸送量及び生産地と遠く離れて消費されるバーチャルウォーターの量を減らすことにつながる。第三に、都市デザインは、不安定で非効率的な環境における資源の供給と利用への要求に適合するものが求められる。水のような少ない資源をスマートなシステムで管理する方法は、効率的な水利用のためだけでなく、人間社会や脆弱な環境へのダメージを最小限に留めることにも配慮して設計されていく。

四番目の変化要因(水市場の産業化)は、市場の情報が消費者や供給者から収集、分配される方法について変化があることを予想している。クラウドソーシングによりデータを取得することにより、既存のインフラにおいて典型的であった遅れや惰性なしに、サプライチェーンがリアルタイムで変動する需要に対応し、価格を変動させることに繋がると期待される。

また、グループCでは、四つの変化要因によって、資源未開拓の環境において新たな産業創造が起こる可能性があることを示した。

一つの可能性は、過酷な環境における新たな居住地で未来の産業が持続する予測である。この場合のシフトは、大都市における感染症大流行をきっかけに人々が安全な場所へと脱出することで起こる。例えば、エジプトの東部砂漠がイメージされる。そこでは、迅速に居住区を建設する必要が生じる。新たな居住区の建物は、その構造材が当該地域で調達され、また、水の再利用や電力供給のためのエネルギーシステムとしても機能する。一方、こうした環境では汚染水の量を減らす対策も迫られることになる。

もう一つの可能性は、海上交通や沖合・沿岸における資源採掘の拡大に伴った、北極地方のよ

うな環境における資源経済の最前線の変容についての可能性だ。この新たな産業モデルは、新鮮な水資源の生産・保全と、資源探査・生産・輸送による水質汚染を防ぐためのものである。この基となるのが、自給自足的な環境になるよう設計された水・エネルギーのスマートグリッドだ。そこは、沖合や沿岸で採掘されたメタンハイドレートベースのエネルギーを遠隔の都市市場に輸送を行うためのエネルギー基地としても役割を果たす。また、メタン放出が北極地方の居住区にどのように影響を与えるのか、すなわち、地域環境あるいは地球温暖化の危険をもたらす変化を集合知により観測するという重要な役割もある。

グループCでは、産業における水の未来に関わる三つの科学技術イニシアチブを提案している。一つ目の提案は、責任ある水利用に関する国際的合意、二つ目の提案は水資源の利用における法的整備、三つ目の提案は、水の再利用によるオフセットを伴った、「汚染者が支払う」原則の提案である。

4. まとめ

今回のシナリオワークショップでは、水とともにある未来について前向きな結論が導かれた。

四つの変化要因は、「水とともにある未来」に対して連続的な変化の方向に影響を与えると予測された。水の価格上昇による水市場の産業化の潜在可能性が示され、水を強みとする経済が今後より強くなる可能性があることが示唆された。

ワークショップでは、都市、食料、産業の3領域における水に関わる未来の視点について予測が示された。それぞれの結論は、いずれも水の生産と利用に関するイノベーションが、地域における食料生産と供給を自立させ、産業排水による汚染を減らし、さらには、水との関連性に重点をおいた建物やインフラの発展を促すことにより、環境破壊を軽減する都市化が進む可能性が示された。ますます過酷になっていく環境下にあっても、人々が居住の新たな形態を生み出し、居住地域の自由度をより高める可能性があることを示した。これによって、高い人口密度をもつ危険性の高い沿岸都市での居住を避け、都市の居住を分散させる潜在的可能性にもつながること、また、人口密度の高い地域での感染症の大流行を抑える方法になるかもしれないとも言える。

本調査の手法については、不確実な未来を検討する方法の一つとして有効に機能すると考えられる。社会の変化や科学技術発展の兆しについてのスキャニング情報をクラスタリングし、ある程度の大きさを持つ概念として集約する、また、ウィークシグナルが社会に与える影響について複数の方向性を設定してワークショップにおいて議論するという今回の工程に加え、変化の大きさや変化を促進する要因の検討を行うなど、さらなる展開もあり得る。ただし、国際的な検討を行うに当たっては、各国事情の異なる中でどのような場面設定を行えば活発かつ有益な議論が行われるか、参加者の多様性を考慮した事前検討が必要となる。

一方、本調査の結果自体については、ごく限られた情報に基づく限られた時間内の議論であるため、十分なものとは言い難い。本格実施の際には、時間をかけた十分な議論、バックグラウンドを考慮した議論の場の設定(科学技術専門家と人文・社会科学専門家、専門家と非専門家、所属セ

クター、年代、性別等の参加者の設定)等が求められる。

今後課題となるのは、議論の基とするスキャンニング情報をどのように抽出し、議論可能な大きさに集約するかである。ICTの発展により、膨大な情報・データが時間や手間をかけずに入手できる時代になった。最終的には人間による議論と判断が行われるにしても、人間が把握できるレベルまでもっていくこと、すなわち、世の中に存在する膨大で多岐にわたる情報・データをスクリーニングして有用な情報を抽出し、クラスタリングやマッピング等により新たな動きとして集約する手法については、研究途上にあると言ってよい。自動的な収集・分析手法の開発、並びに、自動的手法とワークショップ等の人的手法との適切な組み合わせの検討が求められる。

付 録

付録 1 : 「マクロイシュー」 リスト

HABITAT MACRO ISSUES

WATER SCARCITY DAMAGES HUMAN ECOSYSTEMS

- There is very little that man can do with water to affect our climate.
- Scarcity of water will greatly affect vulnerable species in a particular habitat/ecosystem.
- The quantities and qualities of water in a spatial and temporal way might change, due to the increase of water demand by population growth and change of environments by climate variations.
- Disaster with flood and drought will become more severe.
- In 20 years' time, demand for water will increase. Underdeveloped countries may not be successful in finding solutions.
- Urban de-concentration will start because drinkable water is becoming a scarce resource.
- Rapidly deteriorating quality of water for local residents.
- As rivers drain and farmers lack water resources, people will increasingly migrate from countryside to farmlands.
- It is difficult to protect the quality of water within some limited area.

GROWING VULNERABILITY TO EXTREME CLIMATIC EVENTS

- The urban “heat island” effect, which causes not only discomfort and energy consumption but also localized torrential rain, will become more serious.
- Low-lying areas will be flooded due to intense rains, while more deserts will emerge due to persistent droughts.
- As sea temperatures rise, more water evaporates into the atmosphere increasing rainfall in many regions.
- There will be some floods somewhere due to climate change.
- More extreme weather events, specifically sporadic rain (drought) and/or torrential downpours (flooding).
- A significant rise in sea level appears highly probable – almost a certainty – with a vast spectrum of knock-on impacts.
- Large areas of the globe – including some of its most valuable real estate such as New York and London – are increasingly vulnerable to flooding

INDUSTRIAL POLLUTION REDUCES POTABLE WATER SUPPLY

- Water pollution, lack of clean water resources.
- Accumulation of toxic industrial waste, garbage dumped and sulphate particles of acidic rain in rivers and lakes will continue to pollute our water and thus will lessen our sources of fresh water.
- No longer clean water available due to widespread contamination.
- The availability of safe water might change from place to place or from country to country due to environmental pollution

RECYCLING OF WATER SAVES LOCAL ECOSYSTEMS

- With clean water, we will improve the wasteland to green space. As a result, the ecosystem

- comes to a recovery.
- Habitats with water recycling systems will become popular.
- Humanity will be saving water and this will bring the natural balance into order. Observation and protection of natural sources, particularly freshwater sources, will be intensified worldwide.
- Considerable investment will have been made to correct the situation changing the role of water in habitats from productivity-inhibitor to productivity-liberator.
- It will be possible to control temperature and to mitigate the “heat island” effect in large cities, by using water.

LIVELIHOOD MACRO ISSUE

GROWING DEMAND FOR WATER RAISES ITS PRICE

- Increased demand for water, particularly of good quality.
- Lack of clean water resources.
- Price of freshwater will increase over the years.
- Water will not be a free/low cost resource any more, thus limiting its extensive use in industrial settings.
- Shortage of water supply will increase the price of water.
- Clean water is a privilege for the rich.
- The economic value of clean water will rise significantly.
- Freshwater emerges as a currency in regions with limited access to it.
- Foods and products that use water get expensive.
- Water becomes widely recognized not as a ‘given’ but as a significant and increasingly valuable commodity by major corporations.
- Access to clean and safe water becomes more competitive, thus more expensive.
- The price for water and food in general will continue to increase.

FOOD SUPPLY CONSTRAINED BY LACK OF WATER

- There will be less productive agricultural land, due to prolonged dry spells that can lead to famine.
- Water pollution and constant water drought will threaten the livelihood of small-scale farmers.
- Farming becomes more costly and it becomes difficult to have a sufficient production.
- In China, water shortage has already become a serious issue. By 2030 the situation will become even more serious and they will no longer have the current capability in producing food products.
- Freshwater limitations will have a major impact on the agricultural sector.
- Wasteful water use will lead to a shortage of water for the traditional agricultural sector.

INNOVATION DRIVES DECLINE IN WATER INTENSITY OF THE ECONOMY

- More advanced technology and complex plants to process water will be developed.
- Many companies will tend to use technical and recycled water for industrial purposes.
- Various innovations for different applications (depending on the need of the area) may spring forth, giving rise to various industries.
- Transition from the creation of wealth by the exploitation of human “brawn and brain” to the creation of wealth by intelligent machines.

- In 20 years, the share of GNP accounted for by goods exported via water-borne transportation (e.g. cargo ships, tankers, etc.) will have decreased.
- Economic livelihood will change gradually to face the challenges of water.
- Evolution of more local and community-based energy production, manufacturing and distribution.
- A “water offset” economy is emerging.

WELLBEING MACRO-ISSUE TABLE

WATER-RELATED DISEASES SPREAD

- Increased water pollution in developing countries, which will impair wellbeing.
- Among those who can't get clean water, diseases will spread.
- Increase in illnesses and deaths due to flooding or lack of clean water.
- Limitations may affect sanitation and personal hygiene.
- Consumption of contaminated water and poisoned seafood (due to water pollution and untreated water supply) will increase the risk of getting water-related diseases.
- Attacks by terrorists using sophisticated technology to introduce pathogens into a target community's water system.
- More chronic diseases due to water scarcity.
- Some poor nations may further be trapped in a vicious cycle of poverty and ill health.
- Water in more areas gets warmer. It multiplies the number of mosquitos that transmit malaria.
- Decreased human resources' capacities and potential. More chronic diseases due to water scarcity.

CLEAN WATER (CHALLENGE) IS A SOURCE OF LOCAL ADVANTAGE

- To assure the safety of water, pre-check equipment of the water supply system in every house.
- Houses might have different utility systems, heating systems.
- People will use re-treated wastewater.
- Fresh and clean water will become a major non-traditional security threat to a nation's survival.
- Both the sufficient quantity and steady supply of safe water determine the quality of life where this is offered, and attract residents coming from other regions

RELATIONSHIP MACRO-ISSUES

INTERNATIONAL CONFLICTS OVER ACCESS TO WATER RIGHTS

- Rise of the food price, which leads to international conflicts.
- The problems of pollution and resources of the ocean and the river, will no longer be limited to one country.
- Transnational conflicts
- Water scarcity can cause disputes over countries rights and access to water even war may happen for the water.
- Negative regional relations,
- Countries will be fighting over securing fresh water,
- “Water security” becomes a major political and international issue.

- tensions rise as access and control of water resources becomes key geopolitical concern

SOCIAL DIVISIONS WORSEN

- Coastal population will relocate on alienable and disposable land.
- Potable water will greatly depend on the wealth of an individual, which further contributes towards the gap between social strata.
- The relationship between those who have much water and those who have little water will get worse.
- New health “class divisions” are created, as those who can afford better water have better health.
- Water availability will increasingly become an issue of contention between and within states.

INNOVATION IN WATER RELIEVES TENSIONS

- Trouble among neighbors will decrease very much.
- Whenever there is a common problem everyone will get together.
- More countries will work together on protection and preservation of natural freshwater sources.
- Sharing water resources.
- Increased public and private investment to increase both manmade supply and more effective conservation of water.
- Keeping clean and high-quality water needs community work.
- Collaborations will also be developed between nations.

付録2 「ウィークシグナルクラスター」 リスト

Cluster 1: Inter-Disciplinary Problem-Solving to Secure Right Utilization of Water Resources

Weak signals

- 3 Micro hydroelectric generation
- 10 Water cafe
- 18 Water ISO in action
- 21 Self-healing water
- 24 Monitor and observation of the water environment
- 30 Zero carbon resorts project

Fresh water resources are scarce and require R&D as well as political efforts to ensure right solutions for sustainable and smart use. Several good ideas exist, but need to find its market attractiveness. Interdisciplinarity is key to understand the innovation potential.

Cluster 2: Life in a Bento Box

Weak signals

- 1 Treatment and handling of the dead
- 8 Limited ocean surface space
- 17 Artificial meat
- 19 Flying robots
- 41 City of sighs (shanty-town 'slums' of floating dwellings)
- 80 Smart monitoring (tackling loss of water in distribution)

In 20 years time, the world of Sci-Fi movies like Blade Runner is becoming a reality. Cities will be more populated and dense, and saving space from living to dead becomes critical. Food will be produced in factories to meet the demand. Outside the city, a large surface space will be dedicated for energy, water, and food productions, using smart monitoring and robots to maximize its use with very little involvement of human labor.

Cluster 3: Emergency Innovations

Weak signals

- 9 Desert crops – AGRICEL aims to make desert yield crops
- 14 DOST seeks to promote locally-developed water filter technology
- 16 LWUA deploys mobile water treatment plant in Bohol
- 23 Slow to act – never again
- 41 City of sighs – “Should cities float?” and “A vision of floating cities”

Ironically, while rapid, almost unpredictable changes in climate/weather-patterns/natural-disasters are occurring; ultra low-cost innovations that are precisely for emergency situations (cheap and quick to manufacture/rebuild/transport) have been neglected by most of the modern world. Beyond “sustainability”, we need resiliency and the ability to respond swiftly to massively debilitating situations— “water” included.

Cluster 4: Water in Future Food

Weak signals

- 9 Desert crops
- 17 Artificial meat
- 33 Back-to-nature flood schemes
- 37 Processing is a dirty word
- 63 Pick your salad from the greenhouse

We should think of water in both direct and indirect forms and needs. I put the crops and food indicated in these contributions. The future of food for humans depends on the water, and there is not any indication that the quality of water can affect the quality of food.

Cluster 5: The Effectiveness of Water Generate/Recycle System

Weak signals

- 14 DOST seeks to promote locally-developed water-filter technology
- 38 Atmospheric water generator
- 42 NASA gives space station crew 'go' to drink recycled water

As water resource is limited in the world, it's very important how to generate or recycle the water effectively and locally.

Cluster 6: Sustainability of the Water Cycle

Weak signals

- 6 Extreme weather's influence on availability of water
- 9 Desert crops
- 35 Mow no more
- 45 Rain forest cities
- 52 Japan: new leak detected at crippled reactor
- 54 If you think china's air is bad...
- 57 Fizzy seawater on the rocks
- 65 Ancient forests underfoot come alive
- 67 Desert carbon farming
- 84 Greener grass

Both 1) preservation and increase of green space and 2) prevention of water pollution might be keys to the stabilization of the water cycle and the ecosystem, having widely varying effects: 1) Mitigation of temperature change, extreme weather events, etc. 2) Reductions of food and water toxicities, ecological devastations, etc.

Cluster 7: Smart Consumption and Resource Utilization

Weak signals

- 2 America's first water sommelier drink icebergs
- 6 Extreme weather's influence on availability of water
- 9 AGRICEL aims to make desert yield crops
- 13 Charging motor vehicles wirelessly
- 19 Flying robots
- 29 Energy's winning formula

- 30 Zero carbon resorts project
- 42 NASA Gives Space Station Crew Go To Drink Recycled Water
- 66 Desalination
- 84 Greener Grass

The above list were categorized in one cluster as they revealed a similar characteristic, which is water saving measures. To ensure that we have adequate and clean water supply in future, we were proposed with other alternatives whether by opting or utilizing another resource/technology or by minimizing the usage of water through innovation, be it technologically or naturally based. By doing this, we can still continue with our daily routine and meet the industrial needs without having to suffer adverse effects due to the uncertainty of adequate water resources.

Cluster 8: Reshaping heavy industry

Weak signals

- 52 Japan: new leak detected at crippled reactor
- 66 Digital monitoring system
- 72 Ikusuisha aquasystem develops energy-saving system using heat from
- 75 Mining water
- 77 Audi and joule unlimited of us make e-ethanol

This may give a hint that heavy industry can be completely reshaped. While on one side energy generation and mining industry are trying to find solutions to make them survive, new materials. This reshaping process might have two steps: first energy efficiency of the industry plants, and then transformation to alternative energy sources, natural and renewable energy.

Cluster 9: Systems for Sustainable Water Use

Weak signals

- 20 Standards & risk management | drinking water | US EPA
- 22 Recycling of water
- 26 ISO/TC 282 water re-use
- 42 NASA gives space station crew 'go' to drink recycled water
- 44 The new water technologies that could save the planet
- 71 We are the smart future cities weak signal

Controlled Ecological Life Support Systems (CELSS) have been developed for space stations. But now, we need to build CELSS like systems on earth. Securing the safety of the drinking water is a major issue, and we must develop various technologies related to water.

Cluster 10: Government Policy on Water Conservation

Weak signals

- 19 Flying robots
- 22 Recycling of water
- 25 Can cities save us?
- 31 Explosion in Prague
- 44 The new water technologies that could save the planet
- 48 Problem supply of water in urban areas
- 54 If you think china's air is bad...
- 58 Thirsty energy

- 66 Digital monitoring system
- 80 Smart monitoring

Government plays an important role in ensuring the future of water availability in the future through policy making, education and most importantly, implementation. While looking for better water supply alternatives, government should also inform, educate and execute the right policies to ensure the public understand their role in water conservation and at the same time move in to rebuild/maintain existing water infrastructure to minimize water wastage. Cooperation from all sectors (civil service, public, private sector) will enable government (local governments) to play their roles efficiently to conserve water.

Cluster 11: Variety of Local Responses Defines Local Management

Weak signals

- 3 Micro Hydropower stations
- 4 Biofuel from algae
- 5 Binary power plants using hot springs
- 8 Biological or power production
- 25 City management

It looks like whatever global changes are going on, responses are always regional and vary from place to place significantly. So, for being successful management should be very regional or even local. The SWOT analysis, comparison of different ways, consequences for nature, society and the economy should be considered and estimated in every particular place.

Cluster 12: Advances in Technology to Produce With A Small Amount of Water

Weak signals

- 9 Desert crops
- 17 Artificial meat
- 37 Processing is a dirty word
- 63 Pick your salad from the greenhouse
- 67 Desert carbon farming
- 77 Audi and joule unlimited of us make E-Ethanol

We will use cultivation method such as a plant factory much more than now. Because demand for water is expected to be increased and we want to make agricultural production, industrial raw materials and so on efficiently, on minimal land, with as small an amount of water as possible.

Cluster 13: Commercialized Water

Weak signals

- 2 America's first water sommelier drinks icebergs
- 81 Are you dressed ethically?
- 18 Water - ISO in action – ISO
- 36 The secrets of saving: Israel's water conservation
- 83 Pay or we drill
- 45 Rain forest cities

High-end products, value added and diversified “water” indicates that this “basic need” will be changed into a “highly commercializable product” in future. Even the management and

standardization of it will be separate business ventures, where adoption of measures to assure its availability could be another marketable service in future.

Cluster 14: Future Methods of Water Conservation and Water Hazard Mitigation

Weak signals

- 2 America's first water sommelier drinks icebergs
- 17 Artificial meat
- 26 ISO/TC 282 water re-use
- 29 Energy's winning formula
- 34 In Ireland, water will no longer be free; effective water pricing is key to ensuring supply
- 41 City of sighs
- 45 Rain forest cities

All above innovations, decisions and committees will have both direct and indirect effects on future processes of water conservation and water hazard mitigation. Therefore they have a value.

Cluster 15: Kitchen Plant

Weak signals

- 3 Micro-hydroelectric generation
- 9 Desert crops
- 14 Water filter technology
- 66 Digital monitoring system

A tap water at every home will generate both food and energy. A synthesized system provides the best nutritious water to home grown vegetables. Micro-hydroelectric generation system always creates energy from incessantly flowing tap water. Urban watering system will be both water power plant and plant factory.

Cluster 16: With a Little Help from S&T

Weak signals

- 9 Desert crops
- 25 Can cities save us?
- 41 "Should cities float?" and "A vision of floating cities"
- 52 Japan: new leak detected at crippled reactor
- 70 "Mizu café" – water café opens in Harajuku
- 75 Pushing water uphill is the new challenge facing miners

The variations of water availability in different places can make people adopt and manage their water risks and opportunities, which can influence their own living in different ways. People will realize that the basic needs for human beings are provided by nature and S&T.

Cluster 17: Supply Chain Water Ratings?

Weak signals

- 2 America's first water sommelier drinks icebergs
- 17 Artificial meat
- 20 Standards and risk management

- 26 Water re-use
- 29 Energy's winning formula ("smart grids for water" comment)
- 81 Are you dressed ethically?

New cars for sale must now show their CO₂ emissions ratings. With consumer and government sensitivity to water issues increasing, cars and other products may be required to carry a water rating based on how well each phase of their product's supply chain meets standards for water conservation and purity.

Cluster 18: Sense Globally, Respond Locally

Weak signals

- 15 Additive manufacturing/3D printing
- 49 Crowdsourcing creative input
- 51 X-Prize Foundation
- 58 Thirsty energy
- 74 100 Global Cleantech '13

Awareness of water-related issues is increasing. To help identify emerging opportunities related to water, established organizations may need to improve their ability to sense, identify, and adapt local responses to new needs, either emerging from changes in water-using industries or identified by thoughtful, broad-based international organizations.

Cluster 19: H₂O-Opolis

Weak signals

- 6 Extreme weather's influence on availability of water
- 9 Desert crops
- 25. Can cities save us?
- 35. Mow no more
- 42. NASA gives space station crew 'go' to drink recycled water
- 44 The new water technologies that could save the planet

Driven inland by massive sea-level rise and an increase in extreme weather events, millions have found creative ways of utilizing less and recycled water to support life in ecosystems that were previously considered uninhabitable, such as the Gobi and the Mojave, for large cities that re-use and repurpose all water.

Cluster 20: Municipal Authorities Lead the Way

Weak signals

- 22 Recycling of water
- 2 Can cities save us?
- 32 Mindanao Natural Resources MGT Council Forum: Water-sensitive Urban Design
- 35 Mow no more
- 41 City of sighs
- 47 Agglomeropolis
- 48 Problem supply of water in urban areas

With the vast increase of urban population and the growth of megacities, municipal governments are forced into action to avoid water crisis – they can do so through smart interventions in the design of

the city (e.g. water retention), in building codes and standards, in urban infrastructure planning, design and operation (e.g. waste water recycling). Innovative urban agriculture initiatives (not included in the weak signal list above) can be included. In sustainable energy and water infrastructure development, cities worldwide are seen taking the lead and building knowledge networks to exchange best practices.

Cluster 21: Raising Consumer Awareness

Weak signals

- 2 America's first water sommelier drinks icebergs
- 34 In Ireland, water will no longer be free – effective water pricing is key to ensuring supply
- 35 Mow no more
- 10 and 70 Mizu café – water café opens in Harajuku

Although only few weak signals were reported, consumer awareness is key to solving water (and energy) issues. Pricing of water use is just the start of raising awareness. Water use is lifestyle and life standard-related. Will green lawns in arid areas become a status symbol or will wealthy consumers prefer to show off their environmental awareness with a desert garden (and solar panels on their roof)? Is high quality water going to be a privilege for the rich (e.g. operating their own expensive and energy-intensive reverse osmosis installations) or can access be guaranteed for all, with progressive pricing schemes discouraging over-use of precious water?

Cluster 22: Increasing Tension – Need for New Institutions

Weak signals

- 39 Gulf states seek security of water and food
- 43 An Arctic for the taking
- 45 Rain forest cities
- 46 Can we end the global water crisis?
- 54 If you think China's air is bad...
- 58 Thirsty energy
- 75 Mining water

The effects of water-related strategies extend across huge scales of time and distance, across national borders and/or across different sectors of society and the economy. Effective institutions to address such issues are sadly lacking, especially where the interests of vulnerable stakeholders like nature and the poor are concerned. New governance arrangements are needed which ensure a fair distribution of costs and benefits between stakeholders, nations and generations.

Cluster 23: Building on Crowd Intelligence

Weak signals

- 47 Agglomeropolis
- 49 Crowdsourcing creative input
- 69 Free online education globally

Authorities and utilities have been slow and ineffective in building on the collective knowledge and creative inputs of their citizens/consumers. By enabling universal affordable access to the Internet, and supporting socially inclusive processes of joint learning, both technological innovation and behavioral changes to a more sustainable lifestyle can be accelerated.

Cluster 24: Valued at last? Product and market differentiation begins

Weak signals

- 2 US Water Sommelier
- 10 and 70 Water café
- 18 and 26 ISO Water classification
- 64 Philippine Alkaline Water
- 81 Are you dressed ethically?

Signal suggests a tipping point with water moving from a commodity to a 'modern' product. It is thus valued accordingly and will be marketed in more sophisticated ways. Attribution of higher value encourages savings and increased efficiencies throughout the supply chain. Documentation of the origin of water and its purity will emulate traceability trends in areas of food supply in general, and ethical concerns in clothing and coffee/cocoa etc. (Fair Trade).

Cluster 25: "Smart Water"

Weak signals

- 19 Flying Robots
- 24 Japanese water monitoring
- 55 Local CO₂ monitoring
- 66 Digital monitoring of water infrastructure
- 79 Acoustic sensing underground
- 80 Smart monitoring

The trend toward remote sensing and monitoring is a strong rather than weak signal! This will have a very significant impact on water infrastructure - especially addressing the issue of waste and leakages, and other chronic inefficiencies in supply. Also highly beneficial in flood warning and control. Challenge will be to provide these capabilities at a price level the developing world can afford.

Cluster 26: Focus on Recycling and Re-use

Weak signals

- 18 Water – ISO in action - ISO
- 20 Standards and risk management/drinking water/ US EPA
- 22 Recycling of water
- 24 Monitor and observation of the water environment
- 26 ISO/TC 282 Water re-use

Safety and quality of drinking water is the same vital issue as water scarcity worldwide because access to safe drinking water is important as a health and development issue of the country. In our country, quality and safety of drinking water is the main issue since there are not many actions taken to monitor and observe and improve the quality of water by the government. In order to improve or provide citizens with safe and quality drinking water we must focus and monitor the processes for recycling of water, water re-use and water environment.

Cluster 27: Sustainable, Organic and Local Food

- 2 America's first water sommelier drinks icebergs

- 4 Energy game changer? Scientists turn algae into crude oil in less than an hour
- 7 Competition for energy harvesting technologies
- 9 Desert crops
- 10 Water café
- 27 Solar night
- 37 Processing is a dirty word
- 63 Pick your salad from the greenhouse
- 70 Water café opens in Harajuku

Food safety will be the most problematic issue in the future both in developed and in developing countries. But new technologies for water purification and energy efficiency will allow us to grow vegetables all year long in a clean environment. Primary food supply can be localized and will be grown only in greenhouses.

Cluster 28: Standards, Standards

Weak signals

- 18 Water - ISO in action
- 20 Standards & risk management / drinking water / US EPA
- 24 Monitoring and observation of the water environment
- 26 ISO/TC 282 water re-use
- 60 Sri Lanka water resources information system
- 74 100 Global Cleantech '13

These abstracts point to an increasing societal concern with the technical issues surrounding water and the difficulties of its continuing supply and protection. The importance of establishing acceptable and agreed standards of supply technologies and using the ISO tools for international agreement on these is signaled by these abstracts.

Cluster 29: Impotence of Policy Decision Making

Weak signals

- 23 Slow to act
- 25 Can cities save us?
- 36 The secrets of saving: Israel's water
- 39 Gulf states seek security of water and food
- 43 An arctic for the taking
- 46 Can we end the global water crisis?
- 47 Agglomeropolis

The increasing rate at which data arrives at the in-trays of decision-makers highlights how difficult it is for these decision-making processes to absorb the data and respond to it. In the future advanced artificial intelligence tools will help, but for now we see evidence of paralysis and indecision in the face of very, very critical situations. So, unfortunately, it seems policy processes are not adapting quickly enough to deal with the problems.

Cluster 30: Growth Botanics

Weak signals

- 3 Micro hydro
- 9 Desert crops

- 27 Solar nights
- 30/38 Water from air
- 76 Light purify water
- 84 Greener grass

Weeds are the long-lost dietary herbs of our forefathers (at least in the UK), the salad of medieval times, but today they can be grown in solar-powered LED light with energy recovery, using NASA style aeroponics, with water recycling and solar water purification for local on-demand food in urban areas, with not a field in sight. Feed the urban masses with high-quality mixed-leaf salad, and berry fruit too. Just take a look around Tokyo: tomatoes grown with less than 1% of the water in the field.

Cluster 31: Badwater Revival

Weak signal

- 4 Oil from algae
- 28 Microbial waste database
- 52 Fukushima water radiation
- 57 Fizzy seawater
- 62 Deepwater methane
- 77 E - ethanol
- 85 High-speed carbon cycle

A suite of designer microbes will not only purify saline, acidic and irradiated water and produce fuel from it, they will absorb CO₂ too. It all sounds far too good to be true of course, but the prize will be a profit bonanza and that is just the fresh water, methane and oil too!

Cluster 32: Maker Places

Weak signals

- 15 3D manufacturing
- 21 Self-healing materials
- 78 PTFE tubes
- 41 City of sighs
- 32 Water-sensitive urban design
- 73 Pop-up city

3D Maker technology might well allow us to fabricate heat exchangers, make self-repairing walls, which can store power like batteries, to produce the kind of instant pop-up housing that can generate power, capture atmospheric water and purify it, without connection to the conventional infrastructure of pipes and sewers, and provide people with jobs too. A new urban development model that takes the DIY self-build shanties as its inspiration.

Cluster 33: “Smart Mogs”

Weak signals

- 71 We are the smart cities
- 24 Resident water monitor
- 49 Crowd-sourcing creativity
- 11 Dogs detect cancer
- 52 Virtual life and real death
- 84 Ethical choices

Smart mogs will be us, or our animals, who sense environmental pollution in our neighborhoods, either biochemically or with the aid of smart apps, as crowdsourced data, uploaded to global awareness monitoring programs that allow us to trace all the toxins and virtual water flows, as an expression of our ethical consumption preferences. Smart environments will be virtual representations of us, but will create real place value.

Cluster 34: Technological Solutions

Weak signals

- 1 Treatment and handling of the dead
- 13. Charging motor vehicles wirelessly
- 15 Additive manufacturing/3d printing
- 17 Artificial meat
- 21 Self-healing hard water
- 78 Corrosion-resistant heat exchangers feature pressure tubes made from DuPont PTFE

New technological solutions will be ripe and could be the standard in the future. When people start to be serious in achieving the triple bottom line, more technological solutions will materialize. Simple things that can save the environment will be in the mainstream, e.g. replacing some plastic products with water-based ones.

Cluster 35: Water and Wastewater

Weak signals

- 3 Micro-hydroelectric generation
- 4 Energy game changer? Scientists turn algae into crude oil in less than an Hour
- 7 Competition for energy harvesting technologies
- 27 Solar night
- 74 100 Global Cleantech '13
- 76 Budapest world water summit provides an opportunity to present the Hungarian water industry innovations

Energy from water and utilization of wastewater in addressing pollution will be the norm in the future, e.g. production of energy as well as clean water as a by-product. Recycling wastewater (especially using environment-friendly methods) will now have a return on investment (ROI), thus will no longer be considered an expensive thing to do. Stopping pollution will be part of the everyday business or polluters will fail. Water will play a big part in the renewable energy portfolio of every nation as new technologies emerge. Energy storage systems using water electrolysis process can revolutionize the R.E. industry.

Cluster 36: Addressing Climate Change

Weak signals

- 33 Back-to-nature flood schemes
- 41 City of sighs
- 63 Pick your salad from the greenhouse

Addressing climate change will be in everybody's agenda in the future. Cheaper methods and interventions will be popular. People will be self-reliant and sustainable. Structures will now be

climate change-resilient. Communities will be involved and profits will no longer be concentrated to a handful of technical experts, thus producing more benefits per money spent. One of the consequences would be less people will die during disasters.

Cluster 37: Modesty in Water Use

Weak signals

- 9 Desert crops
- 38 Atmospheric water generator
- 42 NASA gives space station crew 'go' to drink recycled water
- 56 H₂O mopx5 - steam cleaner

Modesty and frugality in water utilization will be the norm in the future. As most water will be polluted, new cleaner sources will be developed and recycling wastewater will be the order of the day. Wasting water will now be a crime in the waterless future. People using more water in agriculture will be unprofitable (else they will be ashamed of themselves) compared to the more efficient ones.

Cluster 38: Think in terms of Virtual Water Demands and not simply “Demand on Water”

Weak signals

- 9 Desert crops
- 15 Additive manufacturing
- 17 Artificial meat
- 56 H₂O mopx5 steam cleaner
- 59 Fracking and water
- 63 Pick your salad from the greenhouse
- 84 Greener grass

Competing demands on water among different industry sectors make deciding the policies on water extremely challenging. When we start from the supply side more water is needed in agriculture, and in animal husbandry for food (animal meat) supply to feed a growing population; in manufacturing, increasing amounts of water are needed as an economy progresses to manufacture more value-added products in factories. Suppose we start from the demand side, a large variety of technologies are useful in saving virtual water; we need to ask “How can we feed more people by consuming less water?”, “How can we manufacture goods of increased complexity using less water?”, etc.

Cluster 39: Over the Deep Blue Sea

Weak signals

- 8 Limited ocean surface space
- 41 City of sighs
- 43 An arctic for the taking
- 51 X-prize foundation
- 57 Fizzy seawater on the rocks
- 68 Desalination

We shouldn't forget that most of the water in our ecosystem is seawater. This signal indicates that the seas and oceans – their surfaces, depths, habitats, water, life and energy – may play an increasingly important role in our future. From floating cities to salt-resistant crops, from desalination to coastal activities – while paying attention to its overall environmental balance – seawater will be good for

us.

Cluster 40: Please Don't Eat All the Water

Weak signals

- 9 Desert crops
- 17 Artificial meat
- 37 Processing is a dirty word
- 63 Pick your salad from the greenhouse
- (2. 10. 70. Water sommelier, water café, mizu café)

We are familiar with the high consumption of water in the food industry. The attending concept of “virtual water”, the total amount of water necessary to support the production of each food, is now largely understood and utilized. New plant growth systems and food production technologies may succeed in giving us “more with less”, recognizing the true value of water (as we will learn to recognize its true price in water bars) and the importance of resource conservation.

Cluster 41: The limits of density

Weak signals

- 25 Can cities save us?
- 32 31st Northern Mindanao Natural Resources Management Council Forum
- 47 Agglomeropolis
- 48 Problem supply of water in urban areas

Recent literature – books like “Cities are good for you”, “The triumph of the city” and “When mayors rule the world” – celebrates the relentless advance of urbanization across the world. Ultimately, though, it's all a matter of density. And there probably are limits, beyond which the disadvantages and difficulties of managing city assets and services outweigh the advantages of living there. Hopefully urban planning will continue to learn from its mistakes.

Cluster 42: Fine Tuning the Man-Made Environment

Weak signals

- 33 Back-to-nature flood schemes
- 53 Overlapping environments
- 61 Dynamic beaches
- 84 Greener grass

There appears to be no easy environmental solution at the macro-scale: our ecological conscience has a hard time distinguishing good from evil, when the world is concerned. But we are starting to assemble many limited attempts at improvement at smaller scales: flood dams to beaches, lawns to microorganisms may eventually compose a somewhat coherent and virtuous puzzle.

Cluster 43: Government to Push

Weak signals

- 23 Slow to act
- 46 Can we end the global water crisis?
- 48 Problem supply of water in urban areas

- 50 Water, sanitation and hygiene
- 58 Thirsty energy

Currently many developing countries face a water crisis, even where they have good water availability. A water crisis has the potential to cause social conflicts, especially when the poor lose access to clean water. The initial symptoms of a crisis are visible in Indonesia, for example. It is time to encourage government intervention with serious policy-making on urban land use, water infrastructure construction and repair, awareness and education on urban and community water issues.

NISTEP NOTE(政策のための科学) No.18

「水とともにある未来」シナリオの検討
—国際ワークショップ報告(2014年2月開催)—

2016年2月

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術動向研究センター

〒100-0013

東京都千代田区霞が関 3-2-2 中央合同庁舎第7号館 東館 16階

TEL:03-3581-0605 FAX:03-3503-3996

<http://doi.org/10.15108/nn018>



<http://www.nistep.go.jp>