

里沼を考える—印旛沼の事例から

現場はトランス・サイエンスの領域
問題解決型科学者*の立ち位置とは

近藤昭彦（千葉大学CEReS）

Akihiko Kondoh, (CEReS, Chiba University)

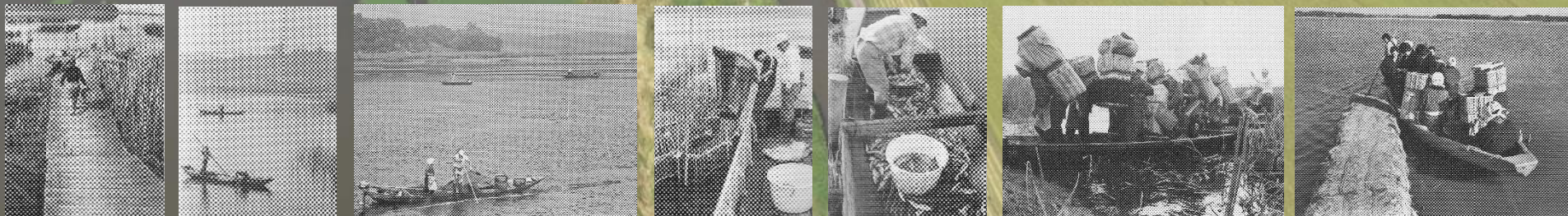
印旛沼流域水循環健全化会議

Committee on restoration of sound hydrologic cycle
in Inba-numa watershed

*解決志向という意味で、解がひとつという意味ではない

里沼の変貌

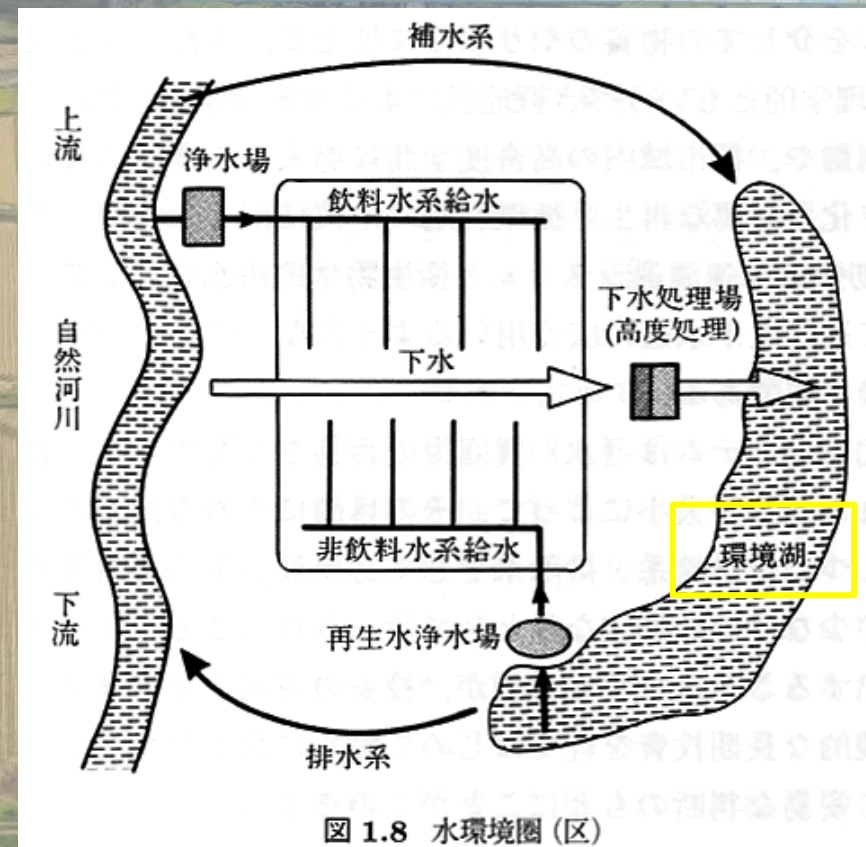
- かつて沼と人の暮らし、生業との間には濃密な関係性があった
- 20世紀の高度経済成長期にその関係性が大きく変貌した
- 現在の沼の状態は流域圏に暮らす人々の生活態度の反映である ⇒ **環境湖**
- 新しい関係性の構築



昭和の印旛沼 写真：林辰雄（千葉県立中央博物館収蔵）

環境湖 20年以上前の丹保憲仁先生の講演で初聴

- 環境湖の状態です都市住民は自分たちの水の使い方を見直すことができる
- 沼の状態は流域圏に暮らす人々の生活態度の反映である
⇒里沼として人との新しい関係性を創成



印旛沼：閉鎖性水域の水問題

[特徴]都市近郊の閉鎖性水域
高度な水利用

[機能・役割]水道・工業・農業
用水・治水・内水面漁業
・アメニティー

水質が悪化 ……便益もある

[対策]

- ・ 印旛沼湖沼水質保全計画
現在第8期計画を策定中
- ・ 印旛沼流域水循環健全化会議
超学際のさきがけ
SDGs、FEと同期or先行



印旛沼流域水循環健全化会議 since 2001

いんばぬま 情報広場

来訪者数 **147148**
今月 1327

スゴインバー



印旛沼
里沼ウォーキングマップを
ご利用ください!!!

印旛沼・流域
再生大賞
募集中!



印旛沼流域水...
111 いいね! の数

[はじめに](#) [水循環健全化会議とは](#) [本サイトについて](#) [ご意見](#) [用語解説](#) [リンク集](#) [サイトマップ](#)

きれいな印旛沼を取り戻すために、情報発信しています

<http://inba-numa.com>

超学際達成のための中核組織として機能
Core organization for transdisciplinarity

印旛沼って
どんな沼?

水循環健全化
計画

取り組み
紹介

市民活動
応援ページ

印旛沼に
行ってみよう

もっと詳しく
知りたい方へ

資料・
データ集

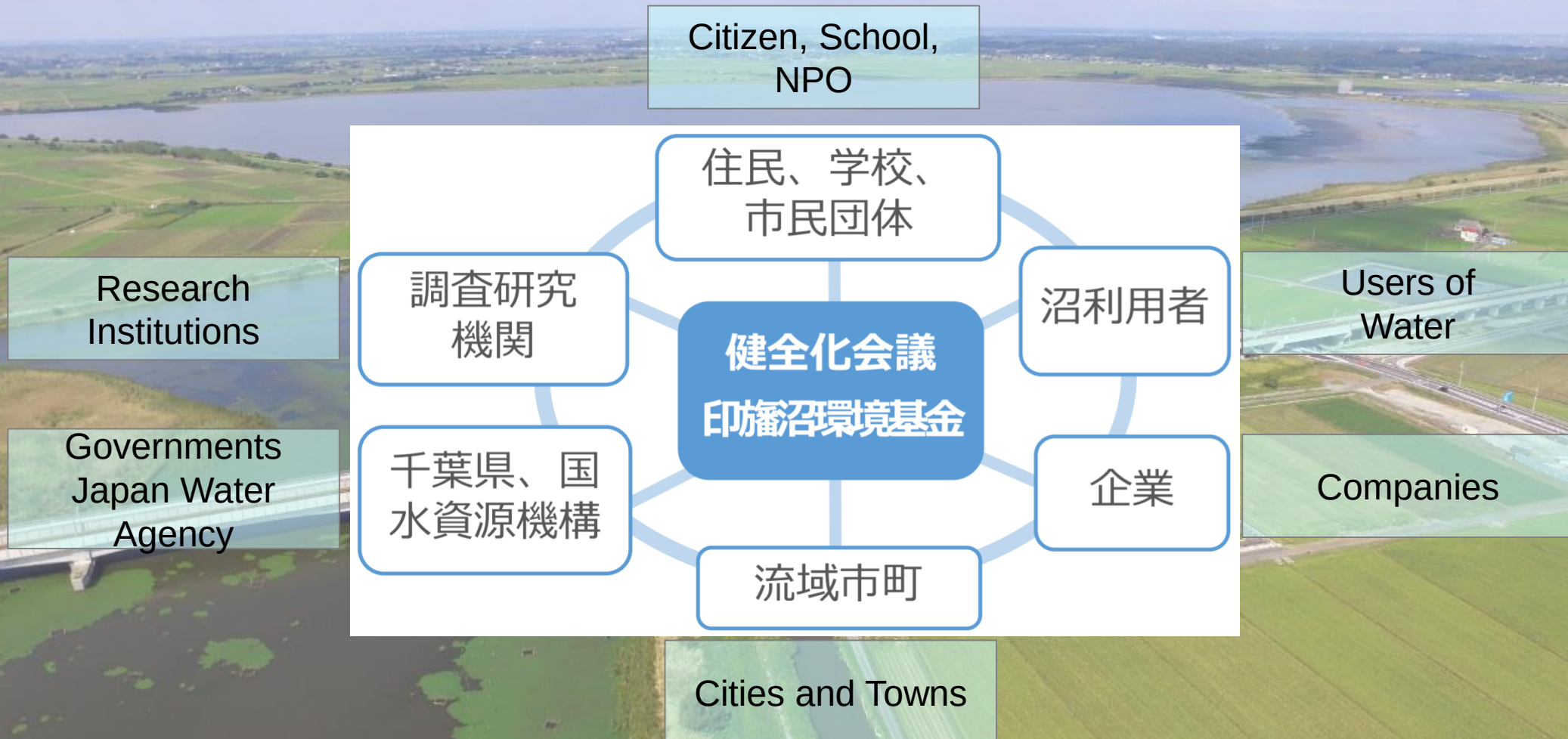
ニュース

2016.08.15 季節のおすすめイベントに「印旛沼クリーン大作戦」を掲載しました。

2016.08.10 イベント情報に「2016SAKAEリバーサイド・フェスティバル(栄町)」を掲載しました。

2004年に開始された緊急行動計画は超学際性の萌芽

Urgent action plan beginning in 2004 was a sign of transdisciplinarity

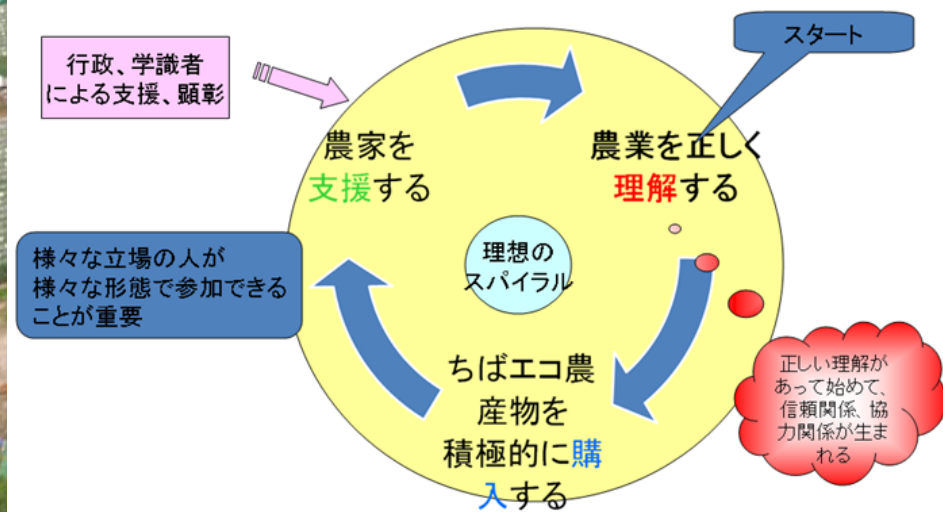


印旛沼流域水循環健全化会議における6者連携
Teamwork with 6 stakeholders

第1期みためし行動

みためし行動	みためし地域	目的
市街地・雨水浸透系	加賀清水 (歴史ある湧水)	雨水浸透対策による湧水の復活 市街地からの面源汚濁負荷の削減
生活系	小規模団地 (34戸)	生活排水対策による水質改善
農地系	農地 (畑) (12.5ha)	環境保全型農業の普及と湧水水質改善
学び系	モデル校 (小中学校3校)	印旛沼をテーマとした環境教育の普及
冬期湛水	水田1箇所 (90a)	水田の冬期湛水による効果確認 (市民調査隊による定期的な調査)
生態系	流入河川	流域の水草分布の把握と保全方策確率 (水草探検隊・川の健康診断)
企業系	流域全体	企業と連携した印旛沼水循環健全化
印旛沼アダプト	流域全体	「印旛沼連携プログラム」策定・運用
市町村みためし	流域13市町	市町村主体のみためし行動

環境保全型農業の推進は、**農家にのみ負担**をかけるのは困難
消費者(=市民)の理解と**協力**が必要



問題解決のための人間的側面

例えば、農業みためし



減肥実験

- 湧水のNO3濃度改善
- 品質維持に課題
- 価格に反映できない

冬水たんぼ

- 窒素除去に効果あり
- 農家の負担

千葉エコ農業

- 農家の負担
- 価格に反映できない

成果と課題抽出
どう広域化するか

印旛沼水循環健全化会議 ～みためし行動～

First try and then improve -MITAMESHI-

雨水を浸透させよう 印旛沼ルール

Promote rainwater infiltration

生活排水の汚濁負荷量を減らそう

Reduce pollutant load of domestic wastewater

適正な施肥で作物を育てよう

Appropriate fertilization

環境について学び、調べよう

Learn and investigate environment

企業とも連携しよう

Cooperate with companies

市民と行政の連携を強化しよう

Cooperate citizen and administration

印旛沼への愛着を深めよう

Deepen attachment with Inba-numa

市民と協働するアクション

Action with citizens



それでも印旛沼の水質は改善しない

Nevertheless water quality has not been improved.

協働の枠を再構築

Reconstruct the frame for collaboration.

目的の達成を共有し、一緒に行動

Share the achievement of the purpose, act together.

科学の成果の実装

Implimentation of the achievements of science.

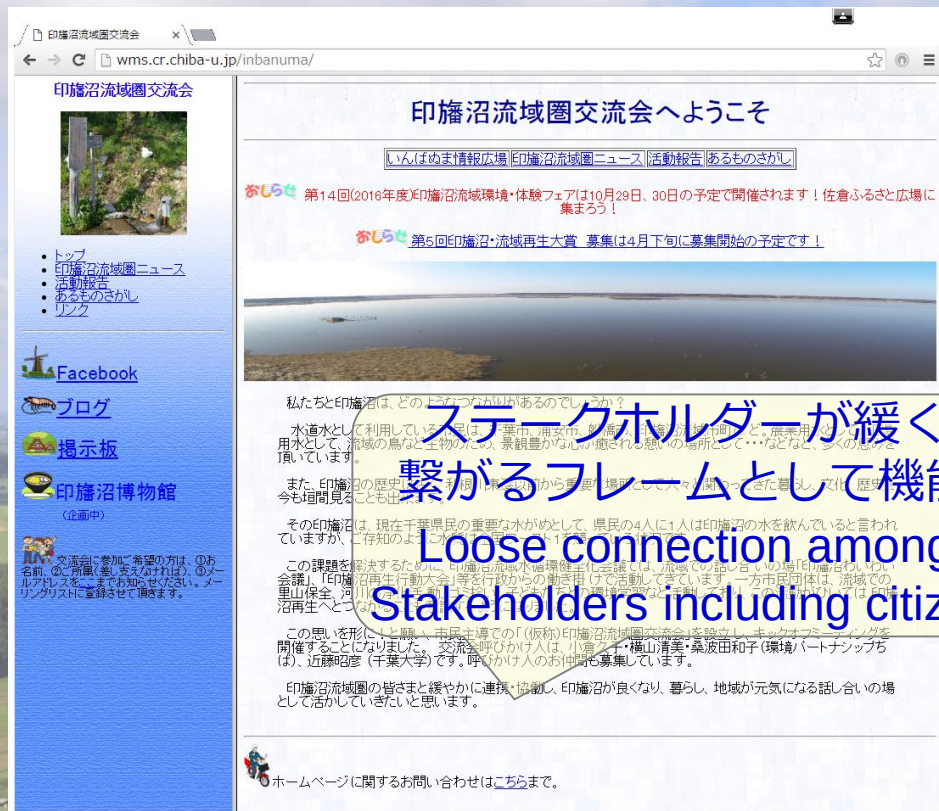
印旛沼



印旛沼流域における営みと自分との関係性
印旛沼の現状をわがこと化

印旛沼流域圏交流会の設立(Mar.2014)

Inba-numa Catchment Area Network(ICAN)



ステークホルダーが緩く
繋がるフレームとして機能
Loose connection among
Stakeholders including citizen



様々なステークホルダーが
関係性を構築するフェア
Environment Festival
to construct relationship
among stakeholders

Transdisciplinarity

動機付 Motivation

理解 Understanding

無関心 Indifference

地域づくりを通した目的の達成
To make a good hometown.



ポイント 印旛沼流域水循環健全化会議の活動

固い対策

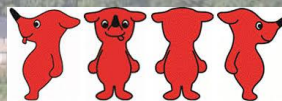
- ・ファーストフラッシュ対策、雨水浸透、下水道、浄化槽、護岸改良、水草工法、．．．

柔らかい対策

- ・環境学習、生活排水対策、環境に優しい農業、．．．

さらに柔らかい対策

- ・沼と流域を楽しむ、環境・体験フェア、．．． 地域づくり



そう簡単にはきれいにはならない。課題はどこにあるか？

目的の達成は困難、どうすればよいか

課題の抽出・・・＊

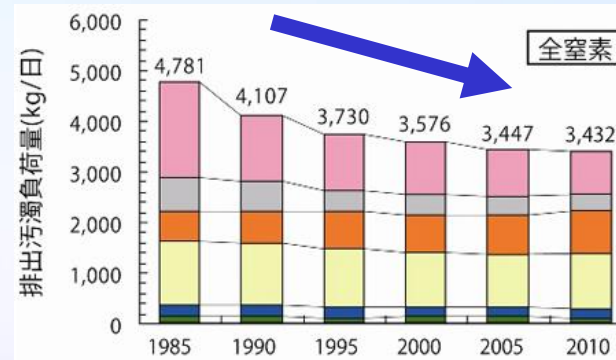
① 科学の成果は地域に実装されているか
現場に実装、システムとして機能

② 学際は達成されているか
まずはアカデミアから

③ ローカル市民科学の可能性
超学際（学際共創）は達成できるか

④ 流域一貫の意識が醸成できるか
市民との共創

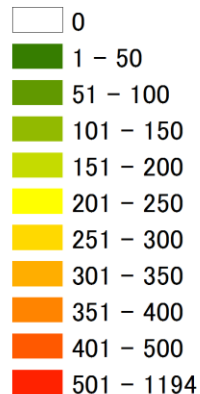
①科学の成果は実装されているか



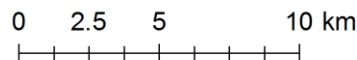
印旛沼への窒素負荷量は経年的に減少（左）
新しい原単位を適用すると（右）

複数の科学の成果を取り込み、システムとして機能させる

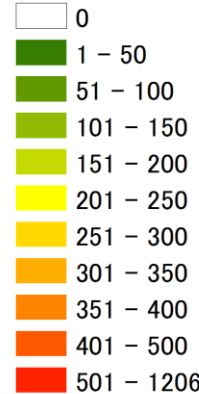
窒素負荷量
kg/年



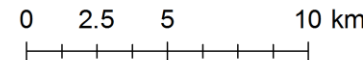
窒素
負荷量



窒素負荷量
kg/年



再計算
負荷量





②学際は達成されているか

地下水学・水文地形学・第四紀学・層序学…

脱窒の場合である沖積層
の中にも旧河道等の水道

台地

台地

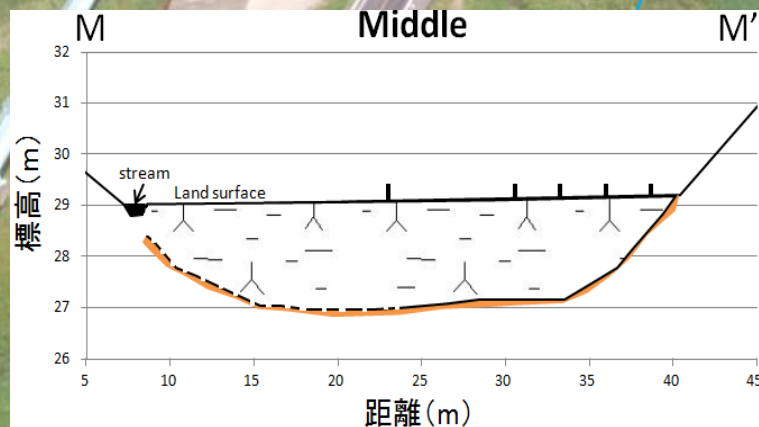
ありのままの自然認識
理論だけでなく、現実を直視

成田層(砂)

地下水侵食型の谷津

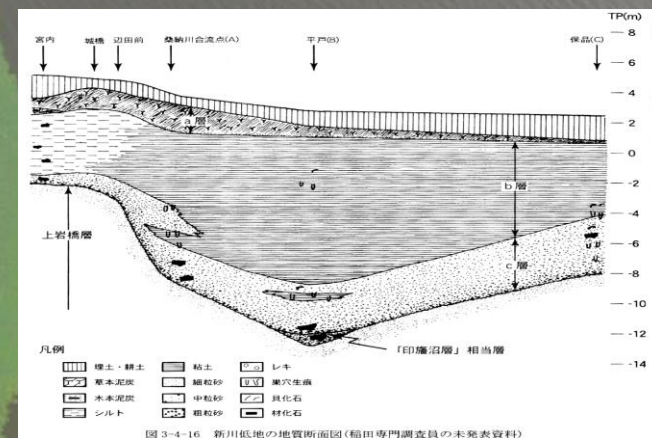
基盤 (成田層)

氷期・間氷期型の埋積谷



(左)舟底型谷津の薄い
沖積層 (地下水・側方
侵食型)

(右)印旛沼沖積層 (新
川低地) の基盤地形(
八千代市資料)



③ローカル市民科学の可能性

様々な市民科学

依頼型、貢献型、**協働型**、共同創成型、独立型（小堀、2015）

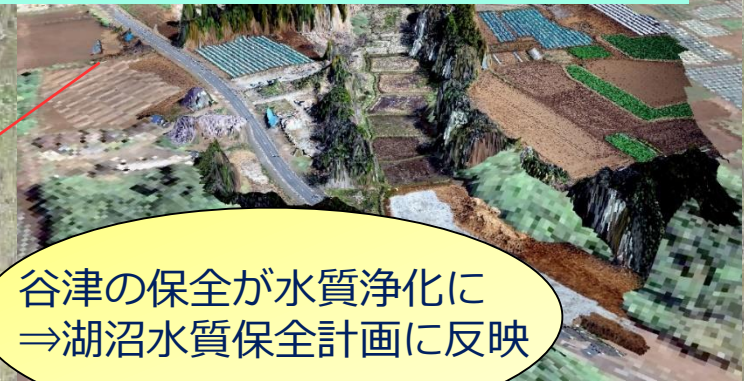
市民と科学者の間で共通の目的の達成を共有

Transdisciplinarity（超学際、学際共創）の実現

高齢化社会は市井の専門家の時代
地域の問題は地域で解決



谷津の水質浄化機能
⇒市井の専門家グループ



谷津の保全が水質浄化に
⇒湖沼水質保全計画に反映



③'市民との協働

外来水草対策

問題解決のための協働—千葉県部局横断駆除事業へ



灌漑パイプを
通って水田に
も入り込む

生物多様性に
対する脅威も

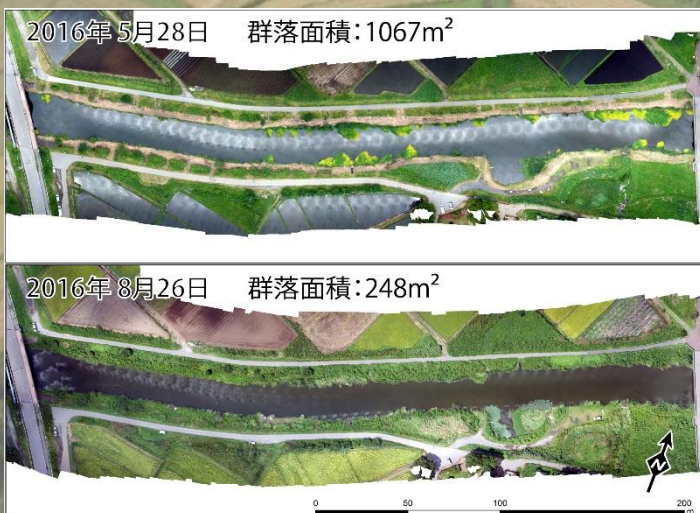


侵略的外来種

Invasive alien species

ナガエツルノゲイトウ

Alternanthera philoxeroides



2016年 5月28日 群落面積:1067m²

2016年 8月26日 群落面積:248m²

ドローンによるモニタリング

印旛沼



流出群落が治水施設の機能を低下させる

Outflowed colony damages drainage capacity

治水安全度にも影響

④流域一貫の意識醸成：流域治水

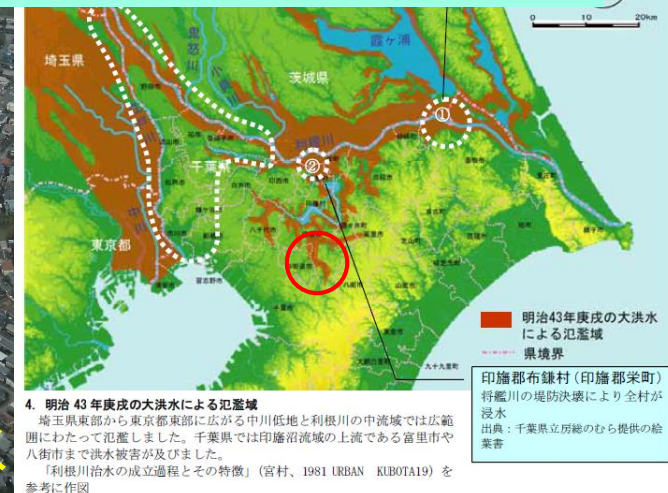
- 守られていることの認識
- 上流・下流関係
- 流域の中における関係性の認識

IR佐倉

流域治水は地域づくり
流域一貫で実現

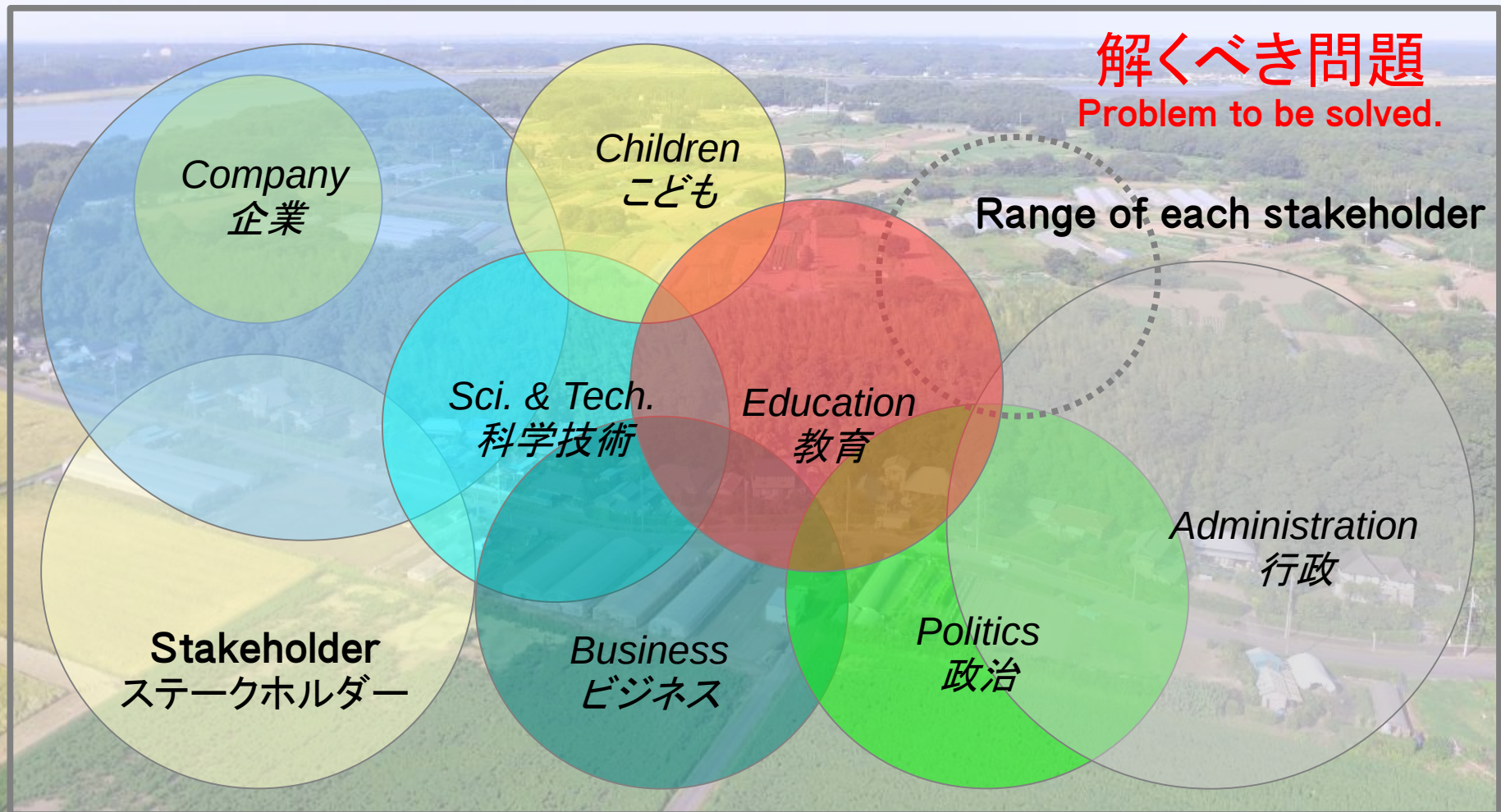
土地改良区が排水ポンプを止めて、湛水させて印旛沼の水位上昇を抑制

明治43年庚戌の大洪水



問題の解決の共有—問題解決型科学の前提

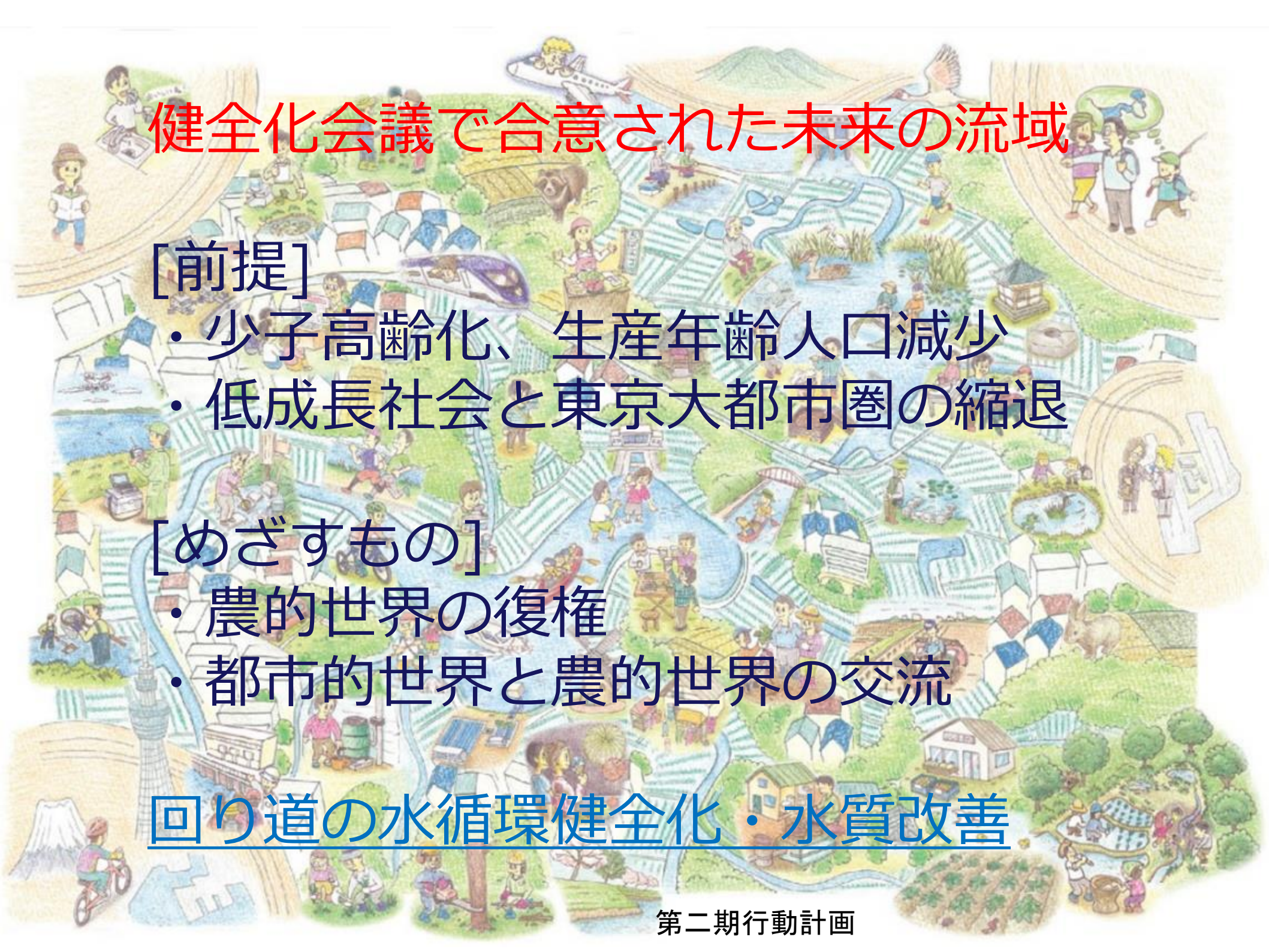
- 「問題の共有」ではなく、「問題の解決の共有」
- 問題解決型科学の担い手：すべてのステークホルダー
- Alternative Science(もうひとつの科学)の実現



未来の流域、社会のあり方－理念の共有

2030年の印旛沼流域-水質・水環境改善を地域創りを通して達成





健全化会議で合意された未来の流域

[前提]

- ・ 少子高齢化、生産年齢人口減少
- ・ 低成長社会と東京大都市圏の縮退

[めざすもの]

- ・ 農的世界の復権
- ・ 都市的世界と農的世界の交流

回り道の水循環健全化・水質改善



問題解決型科学と印旛沼の未来の創造

認識

- ・現場はトランス・サイエンスの領域
- ・ステークホルダー^sが問題の“解決”を共有
- ・Alternative Scienceへの道
⇒研究(者)の評価のあり方の再考

印旛沼流域では

- ・都市と農村を行き来できる精神的習慣
- ・未来を良くするためには今をよくする
⇒フォーキャストとバックキャストの合致
- ・地域を良くする営みのなかで個別の目的達成

“もうひとつのサイエンス”の実現

(Alternative Science 古川安「科学の社会史」ちくま学芸文庫、1989、2018)

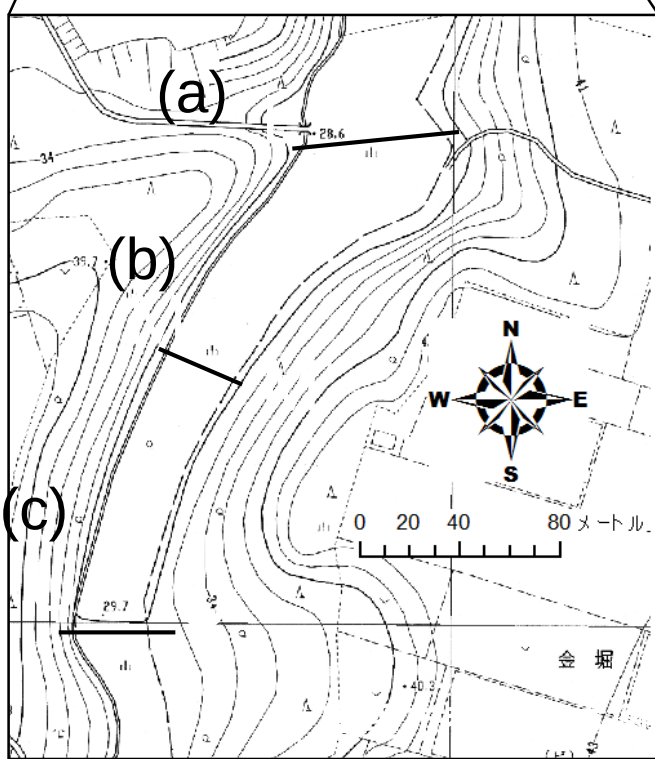
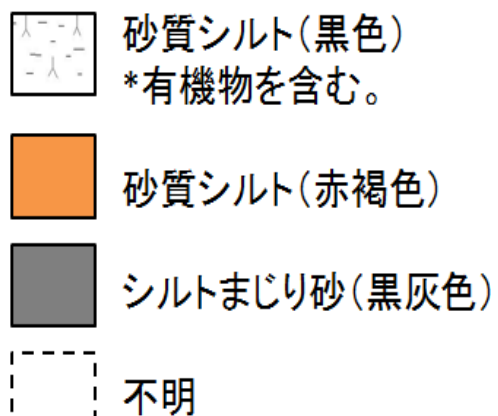
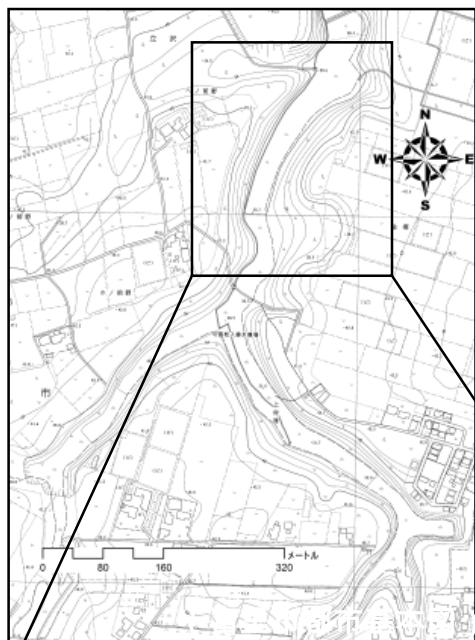
20世紀の科学・技術の次にくるもの

- 全体論的・システム論的アプローチ
全体は一つの統一体であり、部分の総和ではない
- 感性的体験に基づく直感的認識
リアリティーに接近する道
- 主体と客体の融合
生態学、エントロピーの見地から自然とのハーモニーをめざす

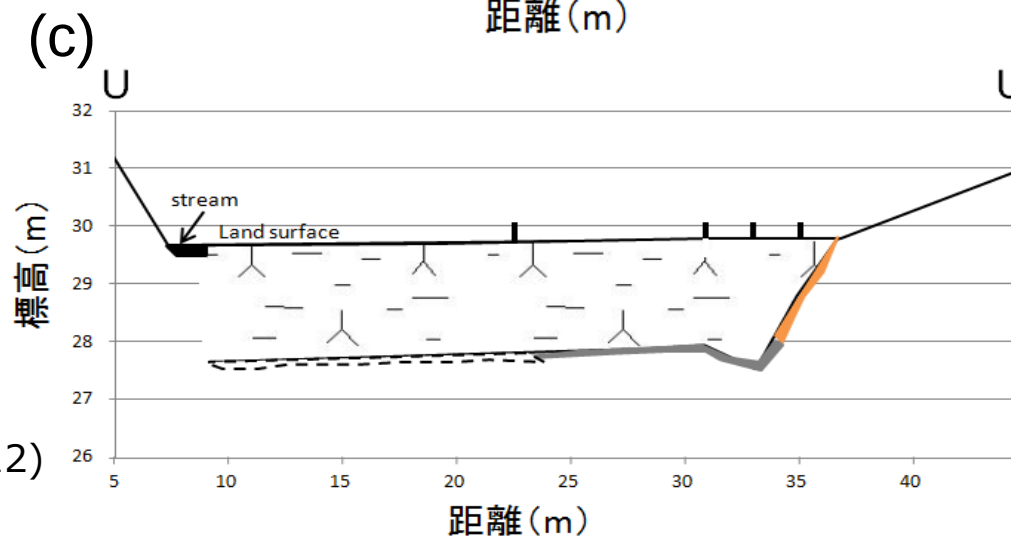
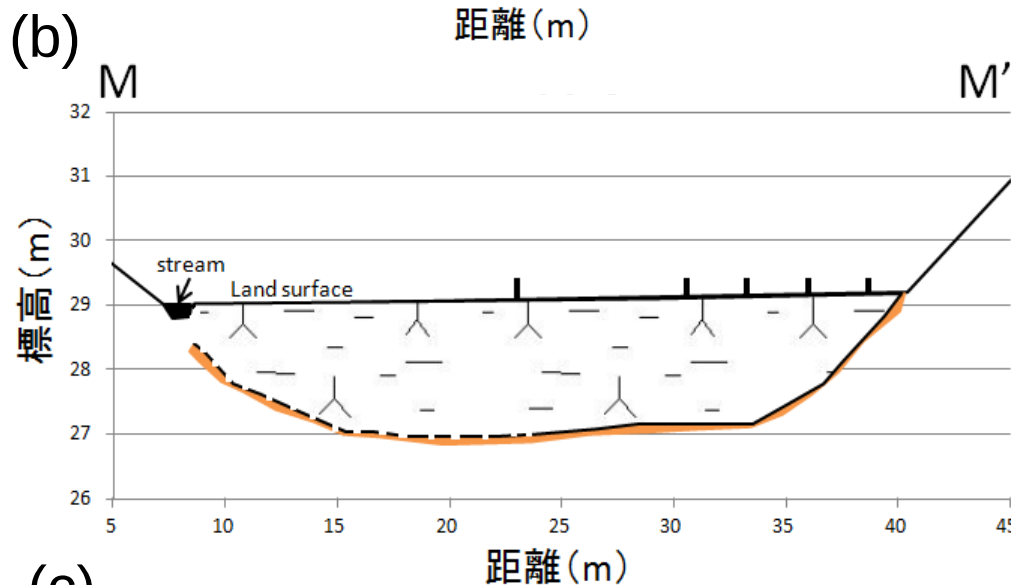
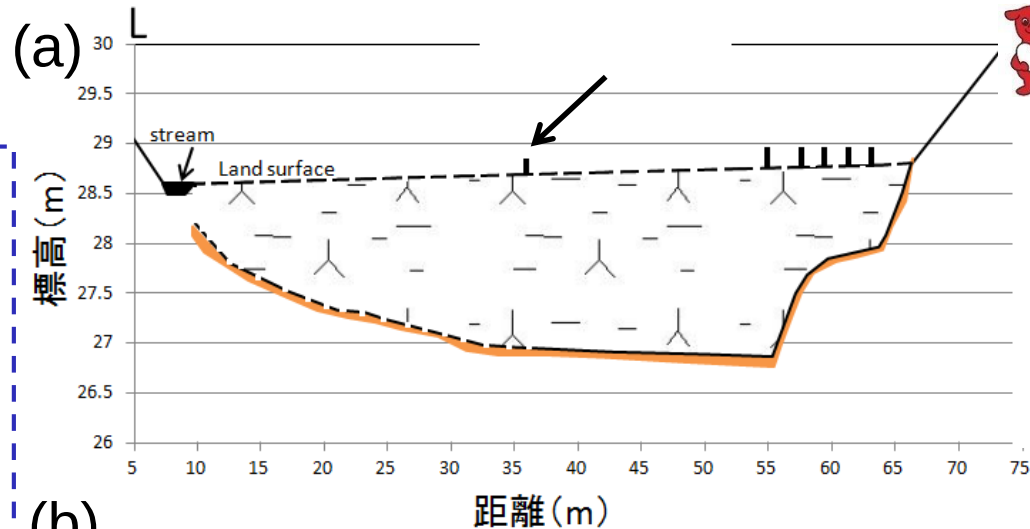
印旛沼流域では21世紀型の問題解決型科学とパートナーシップで地域づくりと水循環健全化を図る

<以下、質疑応答用スライド>

沖積層の基底形状



相馬成樹修論(2012)



下総台地南東部における沖積層基底の構造 (川越、1991MS)

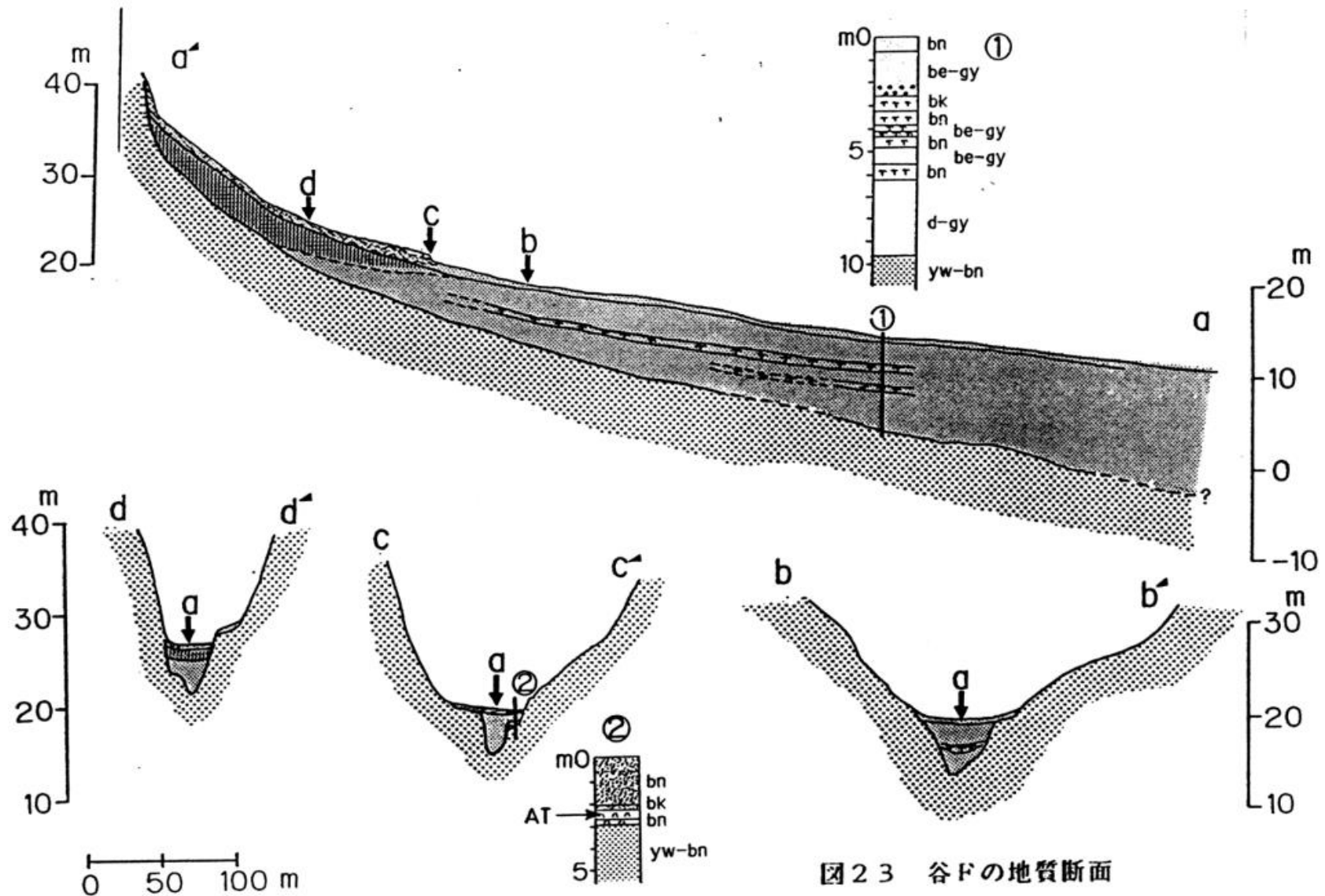


図23 谷Dの地質断面

- 1: 砂層 (洪積層), 2: 泥層 (洪積層), 3: 砂 (細粒~中粒), 4: 砂 (粗粒), 5: シルトまたは粘土, 6: シルト質砂, 7: 腐蝕層 (3~7: 下末吉期以降の堆積物), 8: 表層土または埋没土壌, 9: 風化火山灰 (いわゆる関東ローム層), 10: 不明
- color; bn: brown, gy: gray, bk: black, gn: green, bc: blue, yw: yellow, d-: dark-
- ↓ は他の測線との交点、① は地質柱状図の位置を示す

【現実の場の構造と地下水循環は？】

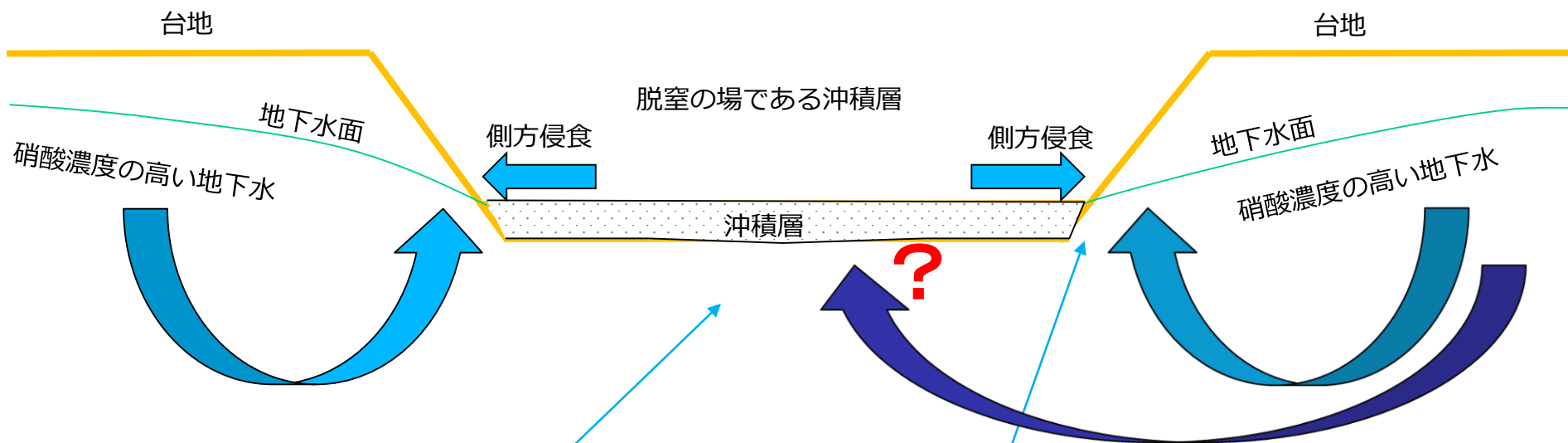


- 砂で充填された旧河道が
印旛沼の地下に伸びている可能性
- 不均質な構造を経由する台地
からの地下水の供給はあるか
- 中央排水路に自噴井が存在
沼底の地下水の水頭は高い
- 我々は水循環の場を把握している
といえるか
- 概念と現実の違い
⇒市民科学の活躍の場



地下水侵食型の谷

【谷津の概念図】



- ・ 沖積層は薄い
- ・ 沖積層の透水係数は小さい
- ・ 基盤（成田層）の透水係数は大きい
- ・ 台地の地下水は崖端斜面の基部に湧出

- 台地の地下水は
沖積層に入るか？
 - ・ 入れば脱窒
 - ・ 砂層の挟みはないか？
 - ・ 入らなければ、入れる！

舟底型の谷津は地下水による側方侵食で形成



地域ごとに考える

グリーンインフラとしての谷津・里山

谷津・里山の状態は我々の生活態度の反映、恵みを享受

- ・アメニティー、心の充足
 - ・文化的景観
 - ・環境教育
 - ・気候緩和、洪水緩和
 - ・水質改善
- ⇒窒素循環

東邦大学西廣淳先生による
市民フォーラム開催

市民フォーラム 里山グリーンインフラの可能性

里山の地形と水の流れを、防災、生物保全、水質浄化など、多様な機能をもつインフラとして活かす、新しい社会を考えます。
(詳細は裏面をご覧ください)

日時 2017年12月17日(日) 13:00~16:30
場所 東邦大学薬学部 C101 (東邦大学習志野キャンパス)
参加無料! (事前登録不要)

プログラム

第一部 研究者からの話題提供

趣旨説明「里山グリーンインフラ」とは? 西廣淳(東邦大学理学部准教授)
里山の水循環とその変化 近藤昭彦(千葉大学環境リモートセンシング研究センター教授)
里山の生物とその変化 長谷川雅美(東邦大学理学部教授)
谷津システムと水質浄化 高津文人(国立環境研究所湖沼・河川環境研究室長)
谷津システムと治水 大槻順朗(土木研究所専門研究員)

第二部 活動・研究事例報告

高橋 琴(東邦大学理学研究科・修士2年)
矢野真理(NPO法人谷田武西の原っぱと森の会)
寺園直美(神崎川を守るしろい八幡溜の会)
小山尚子(亀成川を愛する会)
東邦大学里山応援隊 ほか

第三部 意見交換会

一般社団法人 建設コンサルタンツ協会
CPDプログラム認定行事 (3.16単位) です。
単位取得手続きは裏面をご覧ください。

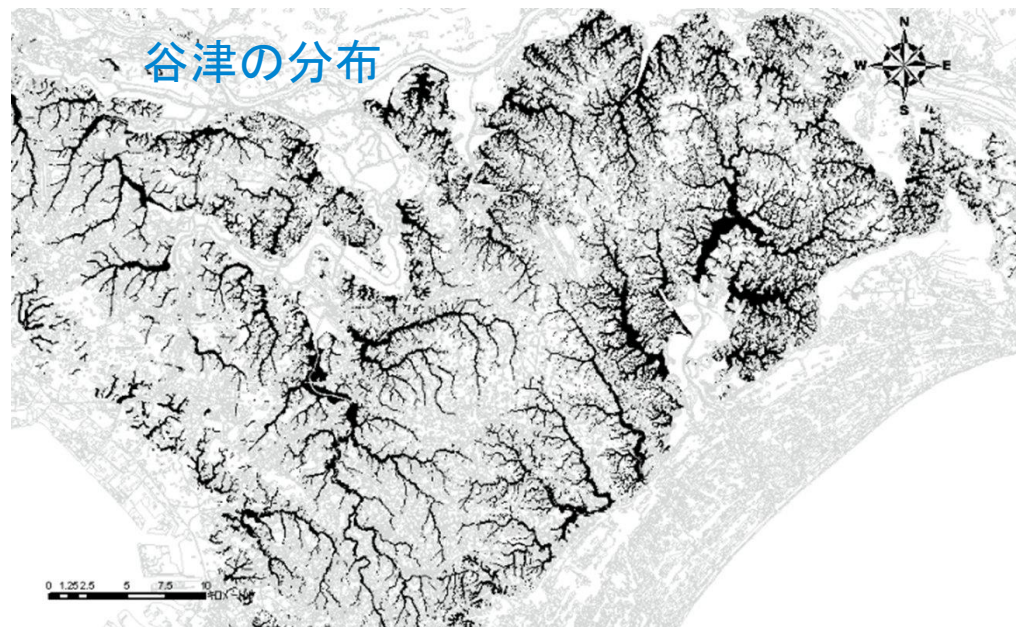
主催 東邦大学理学部 野生生物保全研究センター

環境研究総合推進費4-1705「湿地の多面的価値評価軸の開発と広域評価に向けた情報基盤形成」研究チーム ほか

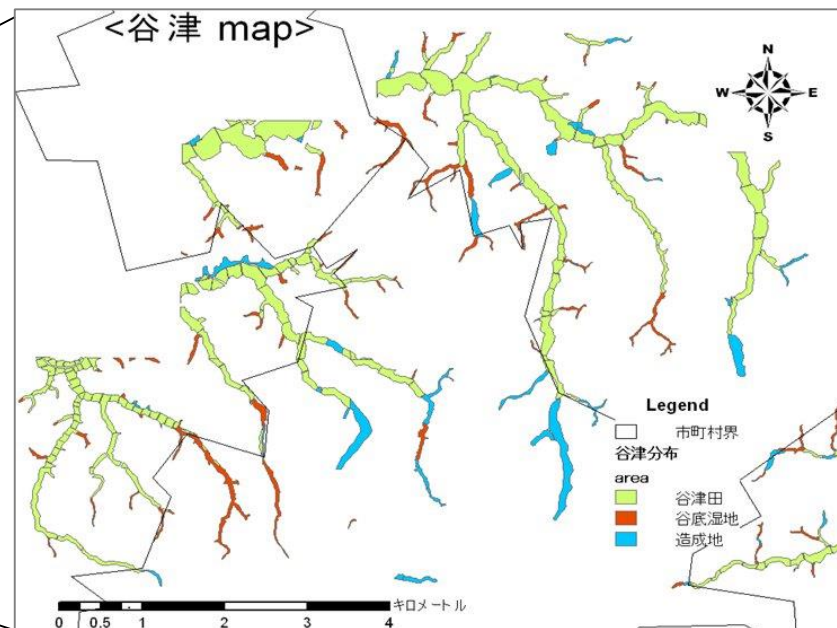
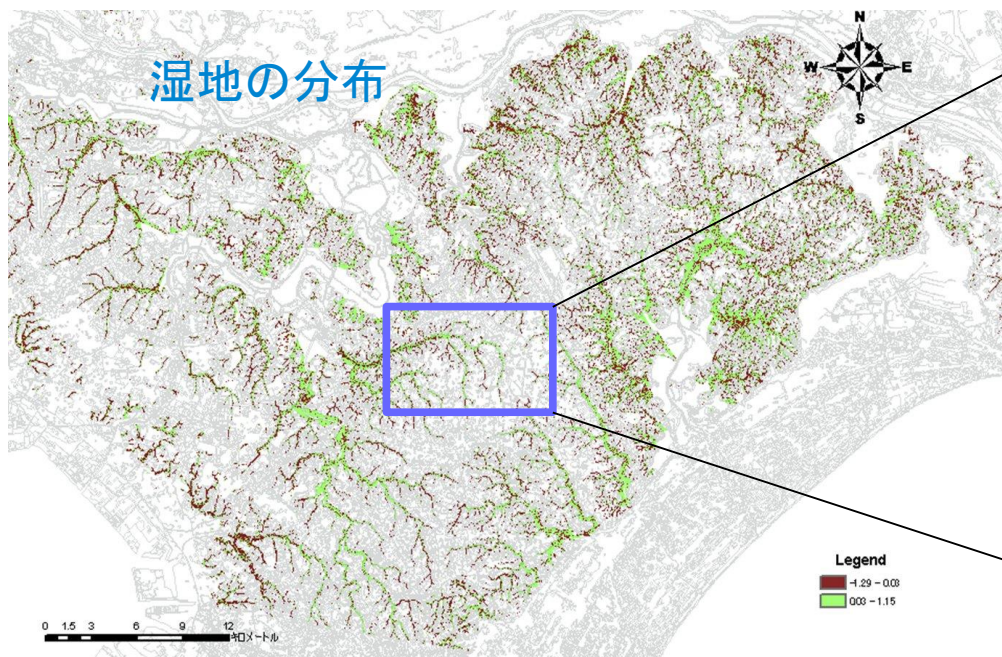


個々の谷津・湿地をネットワーク化

全体で機能させる、小流域研究の広域への拡張



- 土地条件図による谷底抽出
 - リモートセンシングによる湿地の抽出
 - 脱窒域の分布、ネットワーク
 - 脱窒の機能は流域全体でどのように発揮されるか
- ⇒GIとしての谷津・湿地



2016年 5月28日

群落面積:1067m²



ナガエツルノゲイトウ協働駆除作戦 超学際で実行

2016年 8月26日

群落面積:248m²



0

50

100

200

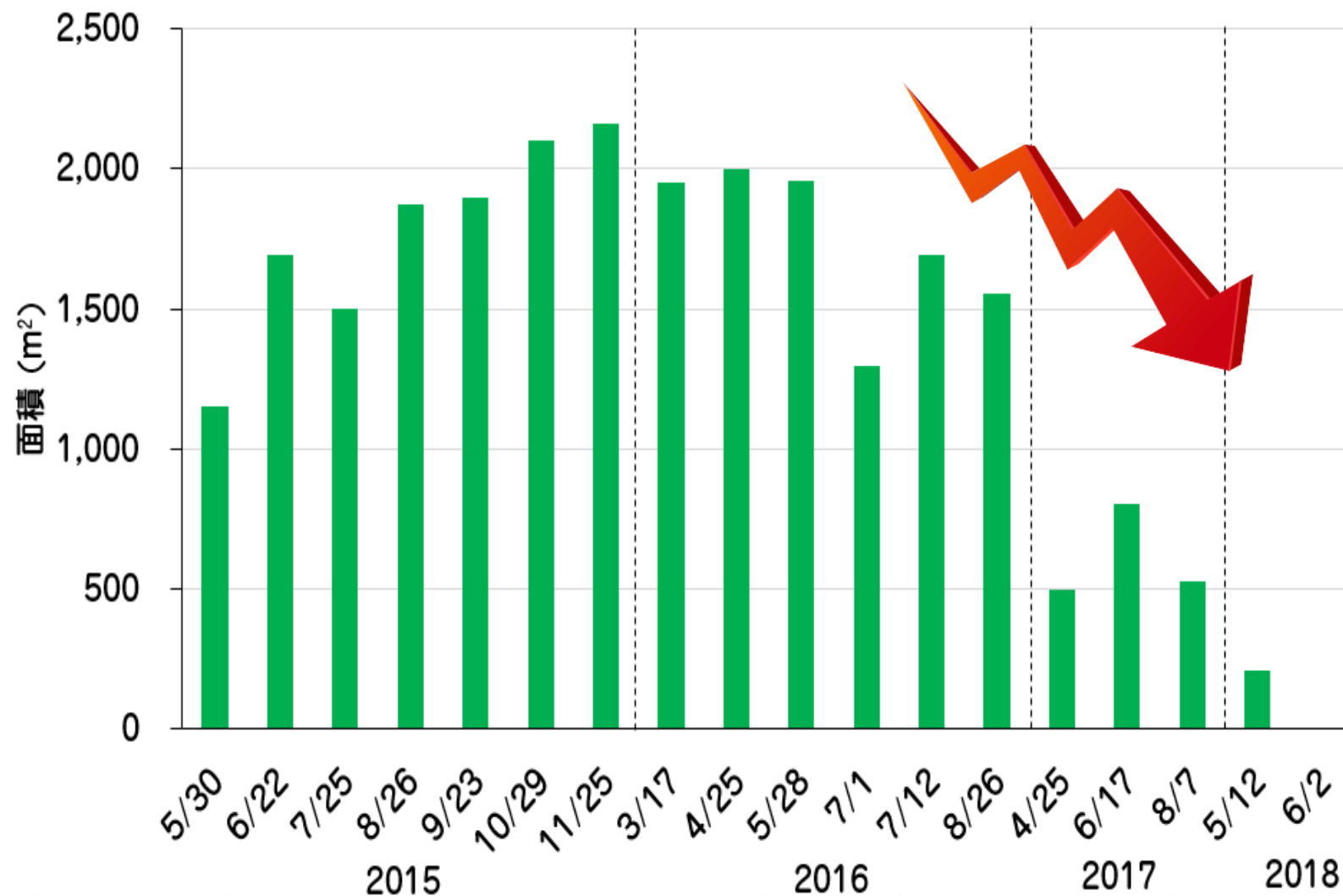
m





SfM-MVSで撮影画像をオルソ化

- 駆除の効果の確認
- その後の再成長過程をモニタリング



ひとと印旛沼との良好な関係性の構築

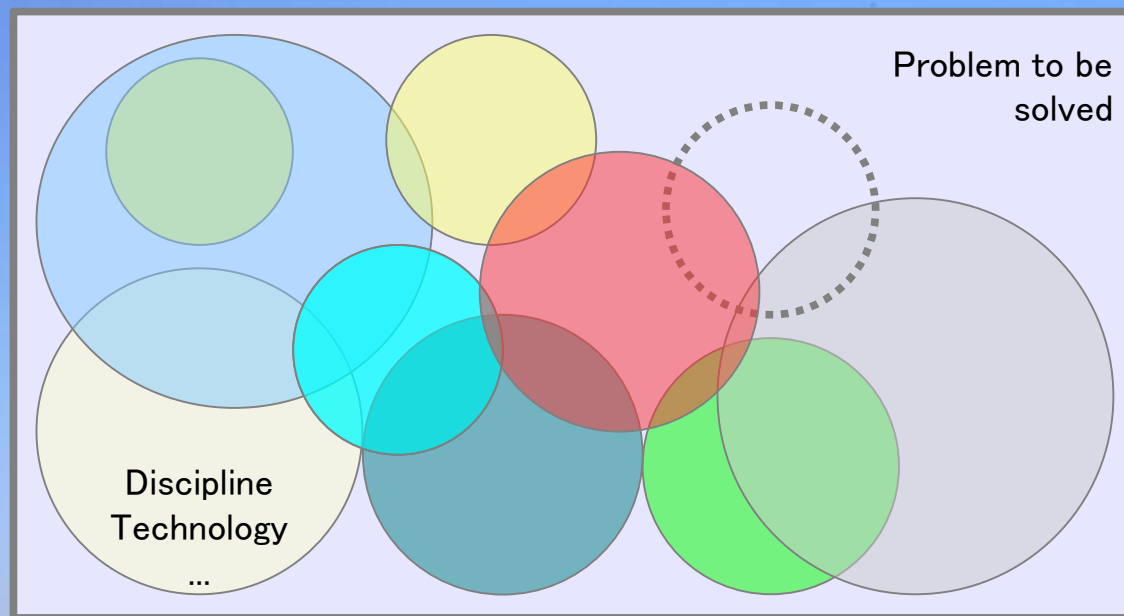
Construction of good relationship between lake and society

工学的適応策 Engineering Adaptation

環境学的適応策 Environmental Adaptation

諒解の形成 Formation of Understanding

ふるさとの創成 Creation of Hometown



鳥越皓之著「環境社会学」 科学の守備範囲の模式図をベースに作成

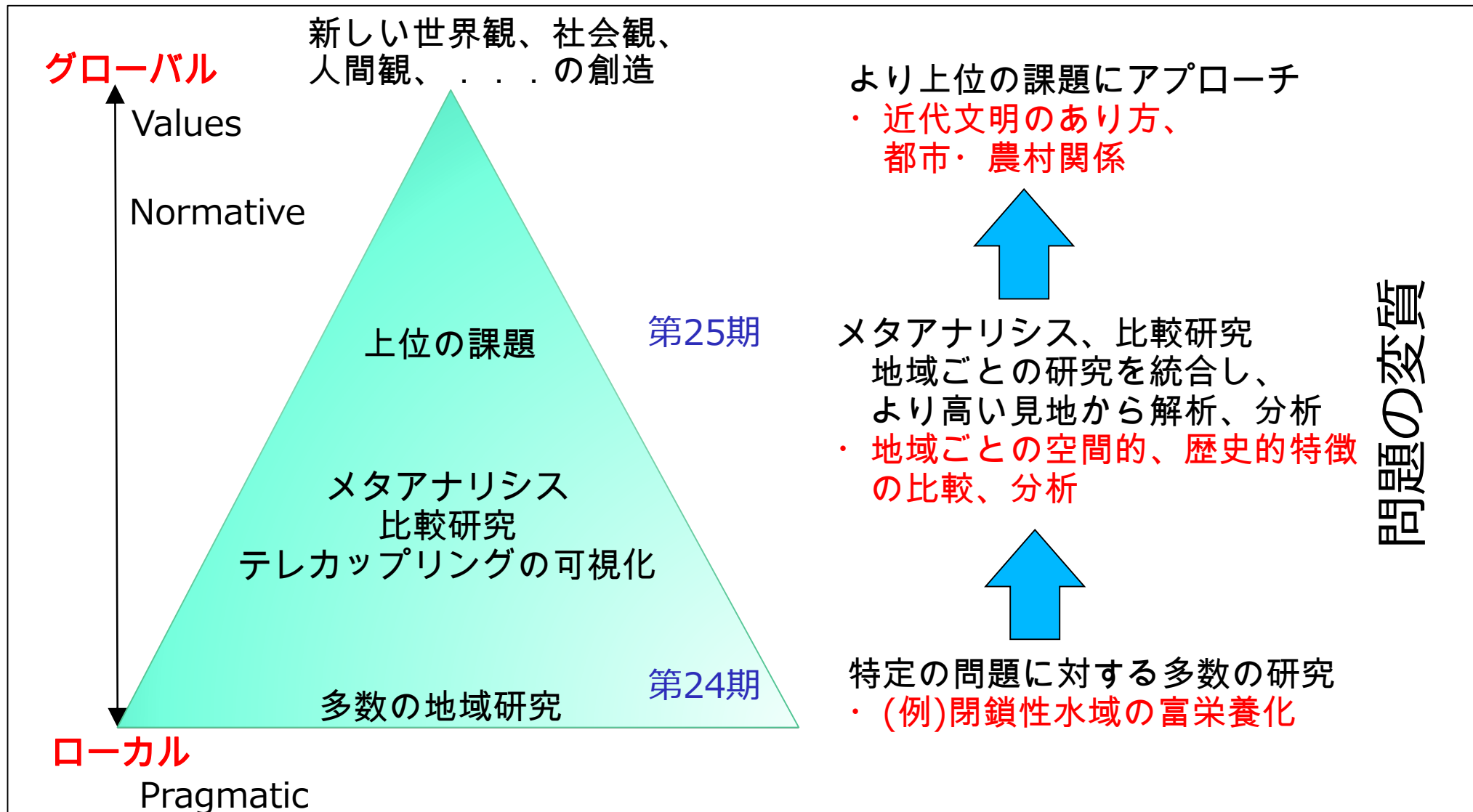
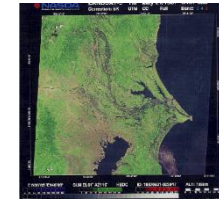
印旛沼では様々なステークホルダーの協働による地域創りから水環境の再生をめざします

In the frame of collaboration sharing the achievement of common purpose, we aim at restoration of water environment.



ローカルとグローバル、個別性(事例)と普遍性

- ・ 普遍性探求型科学と関係性探求型科学 (大熊孝による)
- ・ ローカル、それともグローバル
- ・ 地域における小さな研究を統合し、グローバルへ
- ・ 地域の経験を集めて、メタ解析し、より上位の課題へ





今後の社会と科学のあり方に関するキーワード

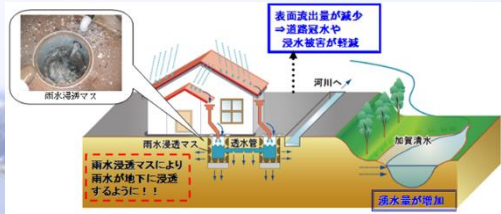
- ・ SDGs、Future Earth、超学際
- ・ オープンサイエンス、市民科学
- ・ 社会の組み替え ポスト資本主義？
- ・ 地域（ローカル）の時代
- ・ ひとのしあわせ、暮らしの無事

科学の役割はー印旛沼流域からの窒素負荷量 (kg/year)

Role of science – Nitrogen load to Inba-numa (kg/year)

都市域からの負荷

Load from urban area



雨水浸透(Rain water Inf.)

- ・流出抑制(Discharge control)
- ・湧水復活(Recover spring)



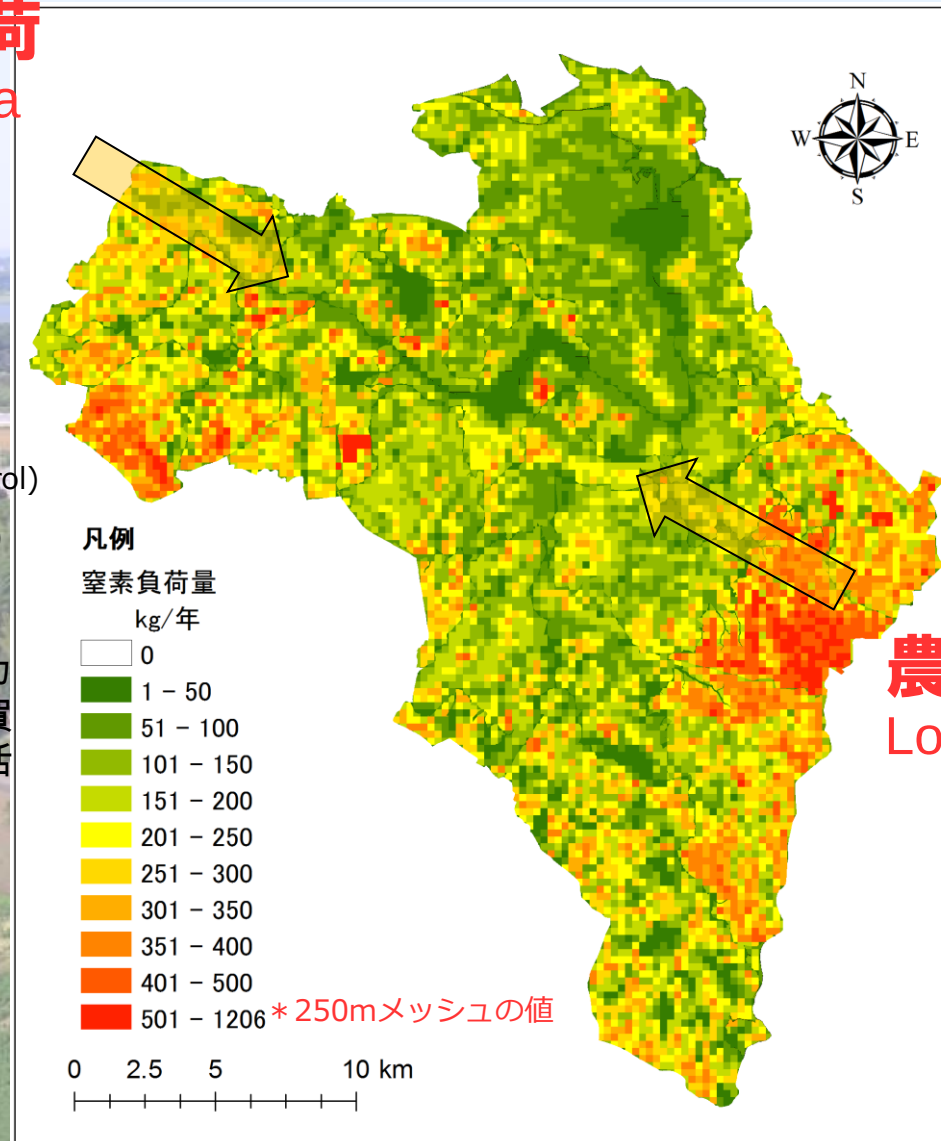
住民の協力
による加賀
清水の復活

かごマット
配置による
遊水池からの
SS流出
抑制



工学的適応策

Engineering adaptation



(野積みの堆肥)

農業地域からの負荷

Load from agricultural land

ちばエコ農業

農業みためし

・減肥栽培

ほかに対策は？

環境学的適応策

Environmental adaptation

(堀江政樹、2016)

新しい関係性 科学と社会

社会 戦後の高度経済成長から21世紀の成熟社会へ

○経済成長⇒低成長⇒成熟社会へ

科学 社会と科学の関係性の変遷

○素過程理解、技術の探求から問題解決へ

○基礎⇒応用⇒公共

印旛沼：閉鎖性水域の水問題



Future Earth研究への道－研究者の立場の主張

印旛沼は事例研究ですが、それが？

○世界中で同様な背景の元で多発している問題

閉鎖性水域の水問題、特に富栄養化問題

○様々な地域における成果をシェアする

メタ解析、比較研究⇒カスタマイズ、コモナイズ

○より上位の課題へアプローチ

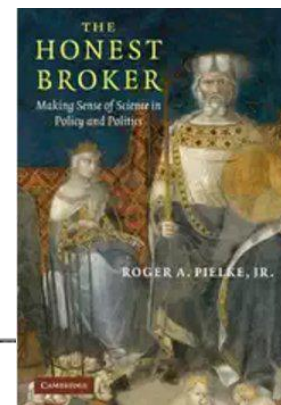
都市－農村関係、文明のあり方、．．．

では、問題解決のフレームの中における研究者の役割は？

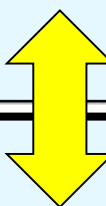
Alternative Scienceは時代の要請

地理学は異なる視座・視点・視野を包含できるか

科学観



		View of science	
		Linear model	Stakeholder model
民主主義観 View of democracy	Madison	①純粋な科学者 Pure Scientist 政策には関与せず 研究の成果を提示	③論点主義者 Issue Advocate 研究成果をもとに特定の 政策を提言、主張
	Schattschneider	②科学の仲介者(権威者?) Science Arbiter 研究成果を政策に提言 (論文に書くだけ?)	④複数の政策の 誠実な仲介者 Honest Broker of Policy Alternative 研究に基づき可能な複数の 政策を提言



地理学の可能性

問題解決型科学の領域

科学者と政策との関係の類型化(Pielke,2007;小野、2016をベースに作成)

* コロナ禍で、科学者・政治・行政・市民の分断が進むと機能しないことが露見