

環境科学の工学的アプローチ

東洋大学情報連携学部

花木啓祐

hanaki@iniad.org

工学の特徴

- STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics
- 自然科学ではないが自然科学の裏付け
- 社会科学ではないが、社会への実装において社会科学要素
- 問題を解決することを優先
 - 理論は更なる発展のために
- 現実的発想
 - コストと事業化
 - 実現までの年数

工学的「アプローチ」



公害の時代から今日への社会の変化

- 多くの工学技術が公害の原因となり、一方で環境対策技術が問題を軽減

1960年代の人びとの意識

- 社会の発展のためには公害は「やむを得ない」
- 技術は生活を便利にするが環境問題を生み出す(トレードオフ)

今日の社会の意識と工学の役割

- 人間活動が根源となっている環境問題を工学が解決
- 技術は生活の質を高め、環境負荷を減らす(win-win)
- 生活を変えるよりは、技術で環境問題を解決して欲しい



環境にかかわる工学の範囲の広がり

○ 公害時代

- 生活の場で起き、目に見える公害の解決
- 特定の物質による汚染問題の技術的解決

○ 近年の広がり

- 人間活動が原因となっている多様な環境問題
- 多種多様な微量有害物質(化学物質)から汚染物質ではなかった普通の物質(CO₂)まで
- 緊急の課題から長期対応策まで
- サステナビリティの観点・社会の形成
- レジリエンスの観点の組み込み



環境問題の変化と工学的アプローチの進化

- 人口集積に伴う都市の環境問題の解決
→さまざまな環境問題に対応して、技術開発をはじめとした対策を打ち出し、解決
- 成熟・人口減少社会の進行
→問題対応型手法の限界

リアクティブ (Reactive) から
プロアクティブ (Proactive) へ



プロアクティブとは？

- 先回りする、先制する、先見的
- 環境問題におけるプロアクティブな姿勢
 - 将来生じる課題を予見し、先回りをして対応策を取ることによって問題を未然に防ぎ、課題を解決する
 - 将来の社会にとって、より望ましい方向に環境を導く
- 世代間にまたがる対応＝持続可能性に基づく対応



プロアクティブでなければならない理由

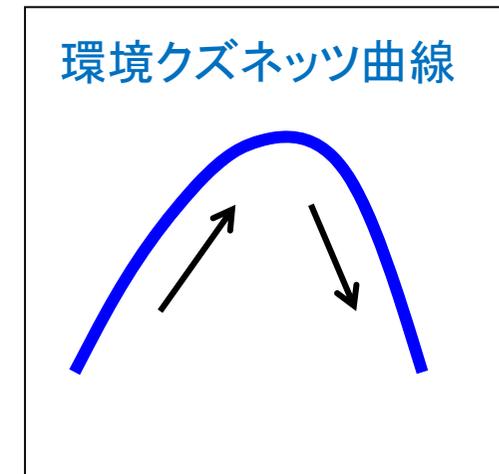
○ 環境問題の特性

- 不可逆的な環境の変化、未経験の環境問題への対応が必要
- 時間遅れを伴う環境変化

○ 人間の智恵の反映

- 失敗の学習、成功の学習
- 日本がたどった道(産業発展→汚染→改善)を開発途上国はまたたどるのか

汚染



一人あたりGDP

プロアクティブであるために

- 将来の「環境問題」の把握
 - 環境問題: 社会の価値観に依存
 - 社会のニーズの把握
 - 将来の予測
- サステナビリティの枠組みで考える
- 工学の強みを生かす
 - 学際性、多様性、社会協働、国際協働



サステナビリティの枠組みで見る

- 相互に関連を持つ、社会・経済・環境の要素を合わせて見る
- 世代間の公平性を重視
- 単純化せず、複雑さ自身を受け容れつつも、常に概念を更新する
- SDGsの達成の観点



プロアクティブな対応の例(1.気候変動対策)

- 不確実性を含む将来予測に基づく対策
 - 影響発現に時間遅れ→リアクティブな対策では手遅れ
- 導入に時間がかかる緩和策→プロアクティブ対応
 - 低炭素住宅(~10年)
 - 低炭素地域(~50年)
 - コンパクトシティ(~100年)
- 導入が速い緩和策
 - 家電機器、ICT応用
- 適応策→プロアクティブな検討
 - 高齢・人口減少社会の想定(日本)
 - 人口集中・経済活動増加の想定(途上国)



プロアクティブな対応の例(2.リスク低減)

- 将来の社会で問題となるリスクの把握
 - リスクをもたらす物質の探求(微量物質)
 - 物質以外のリスク因子(都市の生活)
 - 生態系、人間側の感受性の変化
- リスク因子の物質除去のための技術(例:汚染物質除去)からリスクを発生させない技術・社会へ
- リスク管理の総合戦略(最適リスク水準、リスク低減の優先順位、技術開発方針)と社会設計



環境工学が対象とする環境問題

○ 狭義

- 環境改善技術(大気汚染・排水処理・下水道・廃棄物処理・土壌浄化)

○ 広義(技術)

- 環境負荷の低減をもたらす製品(省エネ)
- クリーンな(グリーンな)製造技術、Cleaner Production
- 高効率発電、再生可能エネルギー、低排出自動車、

○ 広義(システム)

- 都市交通システム、広域エネルギー計画
- 都市計画(低炭素都市計画)
- ICTによる代替



JABEE*による技術者教育プログラム認定

「環境工学およびその関連のエンジニアリング分野」

以下の4つのいずれか、または統合領域

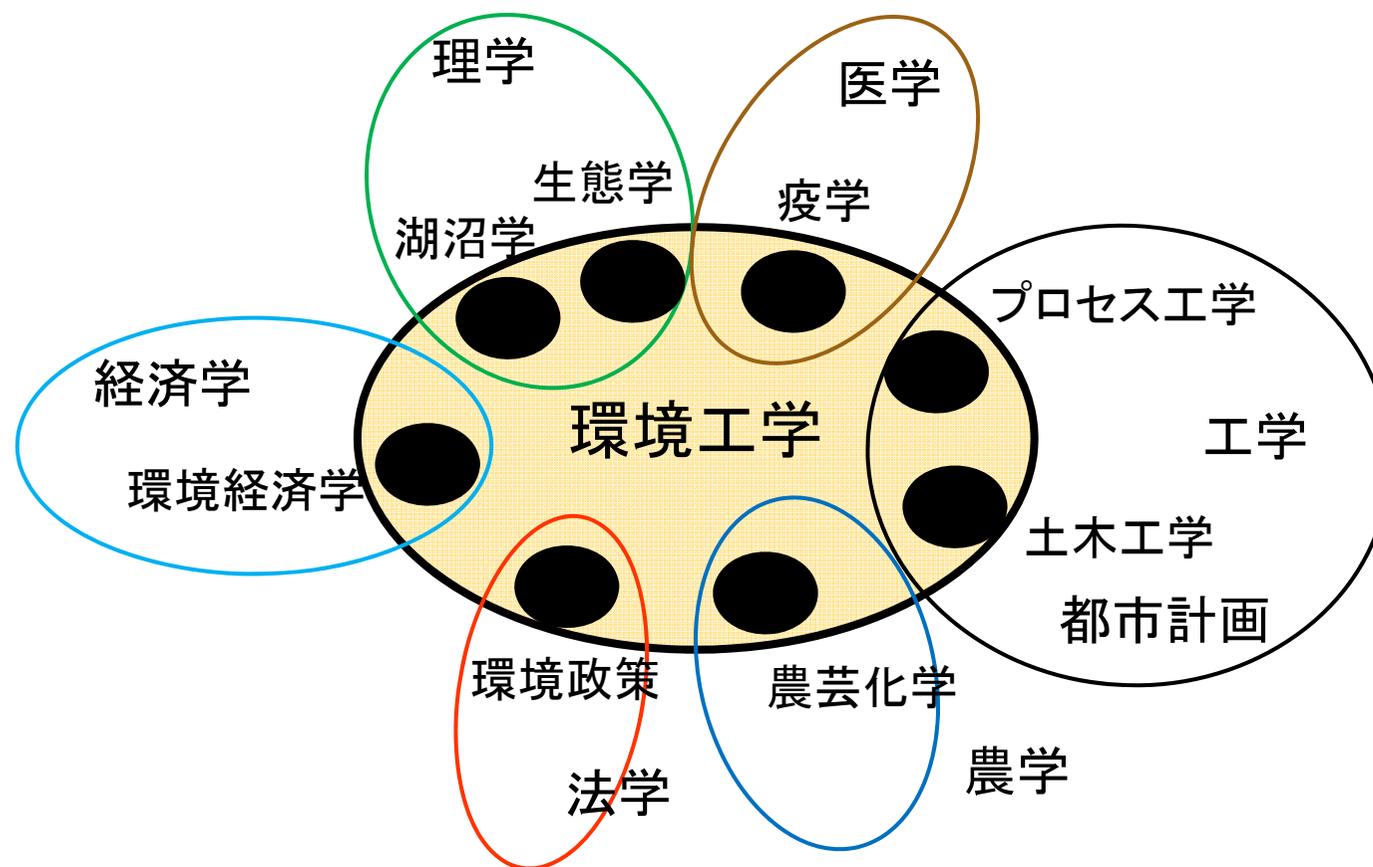
- (1) 都市環境及び環境システムに関わる領域
 <衛生工学
- (2) 社会基盤及びその環境に関わる領域
 <土木工学
- (3) 居住及び生活環境に関わる領域
 <建築学
- (4) 物質及びエネルギーの環境に関わる領域
 <化学工学

* 日本技術者教育認定機構

実際は更に多様な教育プログラム



環境工学の学際性



学際的な知識の動員



環境工学の強み

技術・施策の多様性

- 状況に応じた多様な技術・施策
 - ポスト先進国から開発途上国まで
 - 大都市から農村まで
- 多様性に基づく展開
 - 先進国の教訓を開発途上国で実現
 - 将来の状況に合わせた対応・技術の適用

多様な技術・施策によるプロアクティブな行動



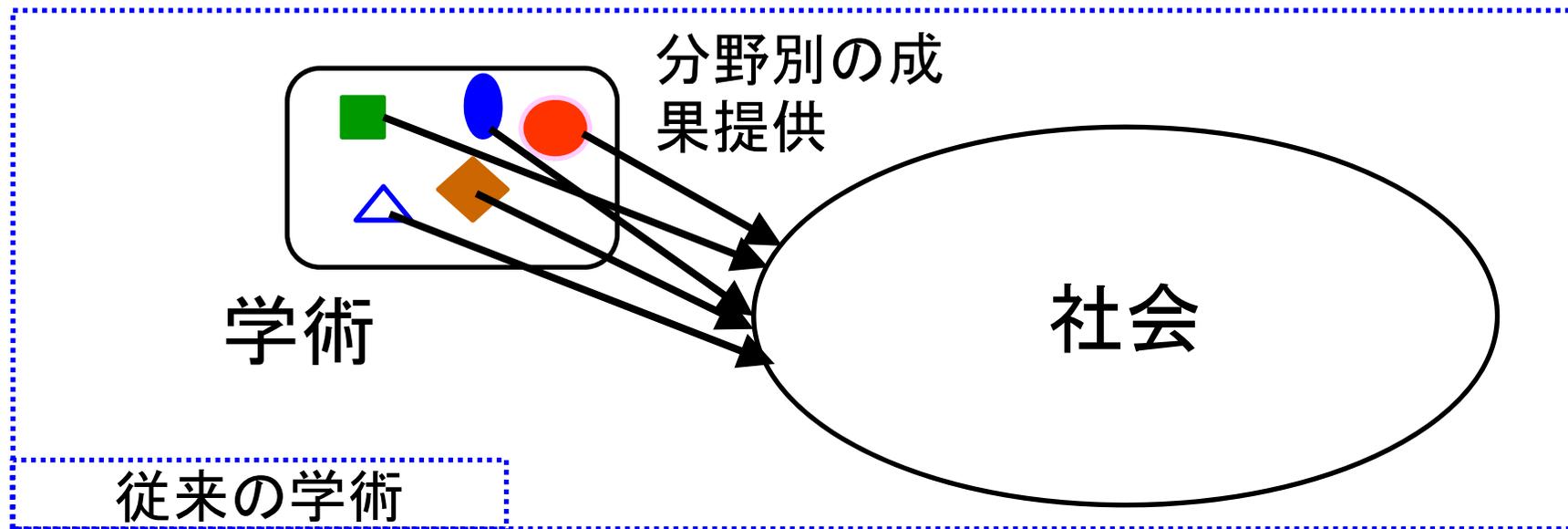
環境工学と社会

- アウトリーチの役割
 - 環境問題の所在を知らせる(物質、リスク)
 - 環境問題に関する客観的な情報提供
 - 学術用語から一般の言葉への翻訳
- 人びとの意志の汲み上げ
 - 意志決定への組み込み、研究課題への反映・
- 協働のコーディネート
- 解決策の開発・提案

社会との協働

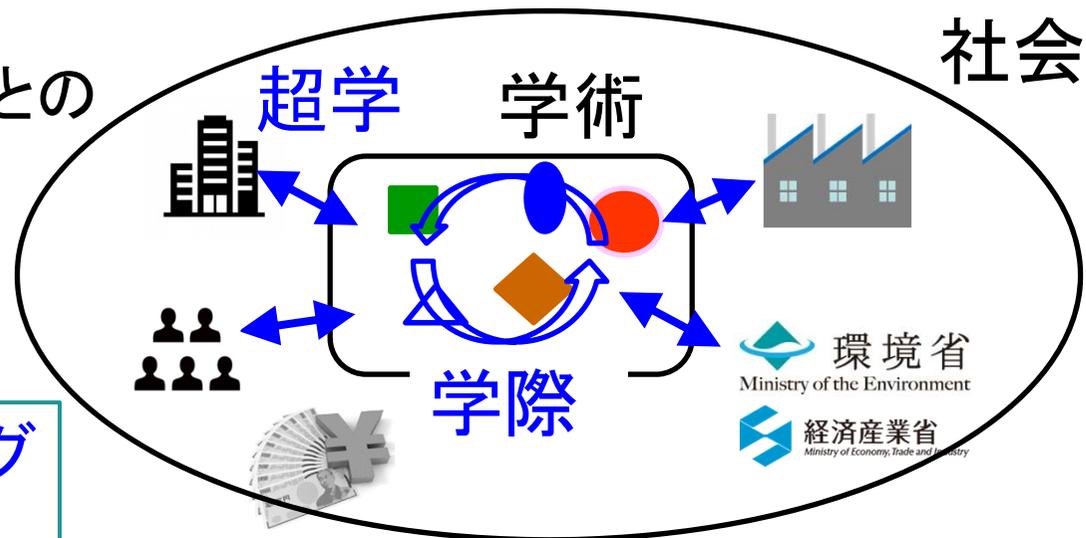


学際的・超学的(transdisciplinary)アプローチ



ステークホルダーとの
Co-design
Co-production
Co-delivery

Future Earthプログラムの本質



環境科学学会が果たすべき役割

- 社会との協働を強める超学アプローチは、とりわけ環境科学の分野において重要
- SDGsの達成のためにも超学アプローチは必要
- 環境科学学会は学際交流に実績
- 研究者個人で行う超学アプローチには限界
- 研究者も組織も超学アプローチ／SDGs貢献に関して模索中
- 学会として超学アプローチを推進する試みに期待
- 一方通行ではない社会との交流の工夫

