

# エネルギー政策における意志決定

吉川弘之

CRDS

エネルギー持続性フォーラム、2012年2月6日

# 人類としての〈科学的な〉エネルギー戦略がない (国際的にも日本にも、----- IAEAにも)

1. エネルギー戦略の基本構造
2. エネルギー源のアベイラビリティとリスク
3. 社会的受容(生活、産業技術との関連)
4. 科学的エビデンスに基づく国際協力
5. わが国の政策決定の仕組み

# Energy as a Controllable Factor for Sustainability

Resources :  $X = x_1, x_2, \dots, x_n$

Air, Water, Land, Biological resource, Mineral resource, Energy resource,  
Accumulation of artifacts,---

Aims :  $Y = y_1, y_2, \dots, y_n$

Food, Sanitary water, Houses, Clothes, Education, Occupation,  
Communication, Transportation, ---

Problems :  $Z = z_1, z_2, \dots, z_n$

Climate change, Destruction of ozone layer, Desertification,  
Contamination of water, Contamination of soil, Loss of bio-diversity,  
Shortage of food, Diseases, Disputes, ---

# Simplification of the Problem

## *Lack of Knowledge*

- (1) Relation between factors :  $( X, Y, Z ) = 0$   
should exist but not known.
- (2) Some relations :  $y_w = f (x_c)$  (ex.  $y_w$  temperature of the earth,  
 $x_c$  carbon dioxide emissions) are being studied but not all.



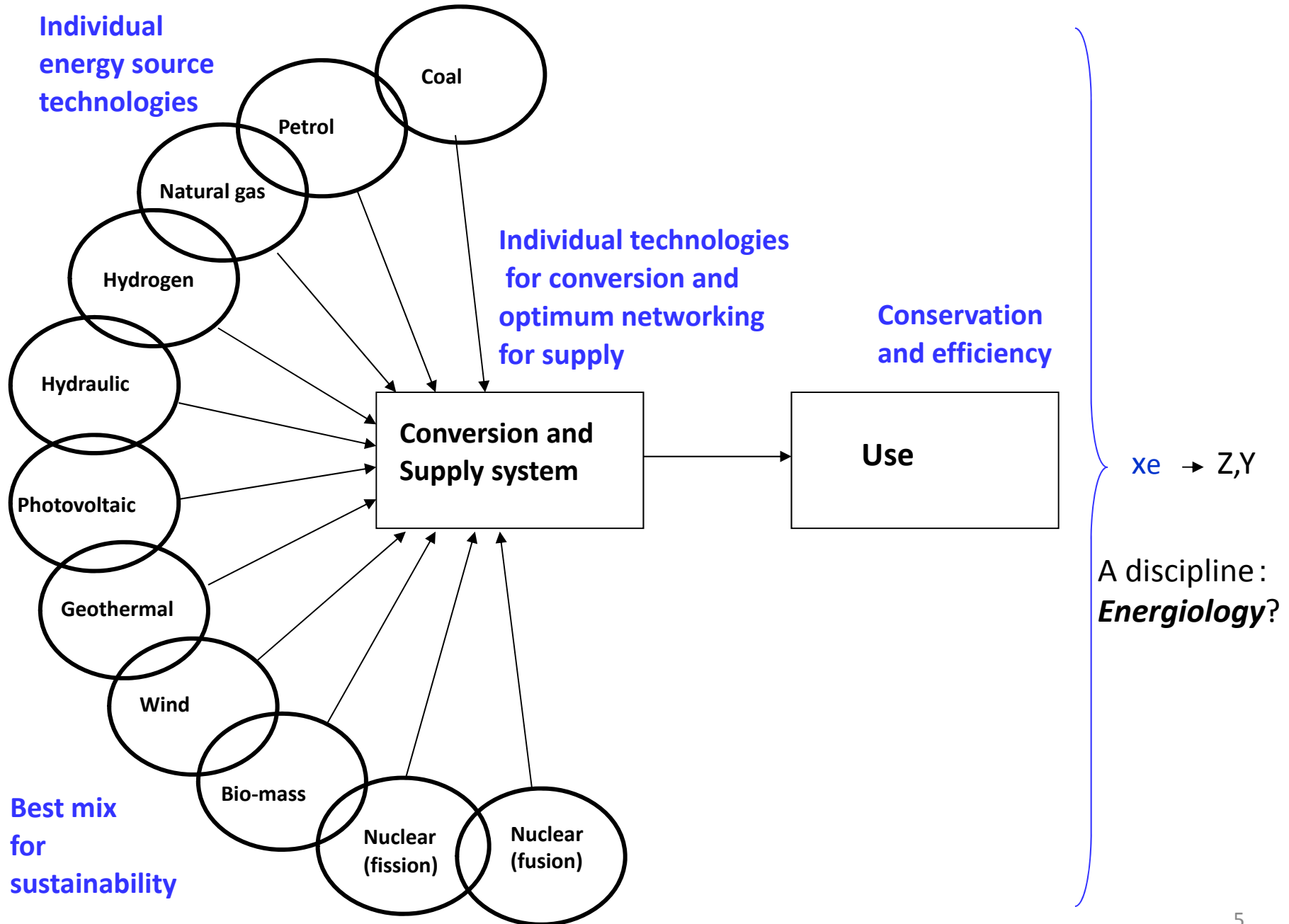
## *Hypotheses*

- H1 : Factors of Y (Aims) and Z (Problems) are independent.
- H2 : Controllable resource is energy  $x_e$  and nothing else.



## *Simplified Problem*

Maximize  $Y( x_e )$  and minimize  $Z( x_e )$  by controlling  $x_e$



## 再生エネルギーの多様な環境リスク (現在)

エネルギー	指摘されたリスク
バイオマスエネルギー	食糧生産圧迫、土地肥沃化、水・農薬使用の影響 生物多様性への影響、景観の破壊
風力発電	騒音、美観損なう、鳥の生命、動く影、電磁気被害
太陽光発電	ライフサイクルアセスメントがすでに行われた。 不確実なのは材料供給、コスト
太陽熱エネルギー	技術開発が非常に遅れている。
水力発電	漁業への影響、生物多様性の圧迫、 住民の強制移住
地熱エネルギー	排出ガスについての不確実性
海洋エネルギー	鳥、魚のえさおよび繁殖への影響
省エネルギー	なし？

# コストミニマムからリスクミニマムへ

長期的課題: エネルギー源の場合

エネルギー源	発電コスト* (2000年現在)	2050年までの環境リスク
石油	10 yen/kWh	枯渇及び地球温暖化
石炭	7	地球温暖化
バイオマスエネルギー	10	食糧生産との矛盾
風力	10	気候変化による効率低下
太陽光発電	70	気候変化による効率低下
水力発電	14	生物多様性への脅威
原子力発電	6	安全保障、安全性、廃棄物処理
省エネルギー	?	なし?

\*概略値

# ディスプレイ分野

AIST

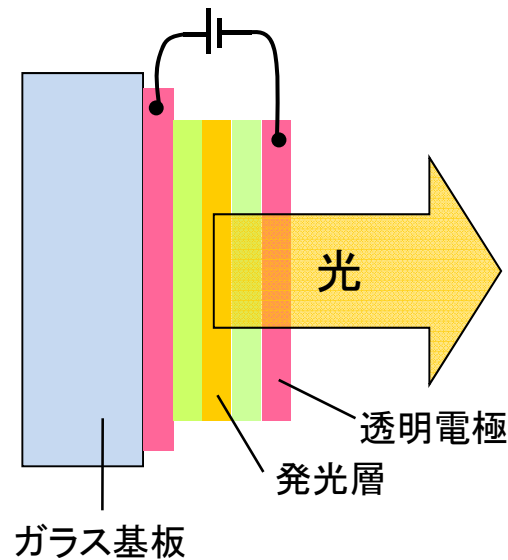
## 次世代ディスプレイ技術開発

主としてNEDO  
「高効率有機デバイスの開発」  
プロジェクトで実施

- ・予算総額: 46億円  
(うち産総研 3.5億円)
- ・開発期間: 2002～2006年
- ・参加企業等: 日立、パイオニア、東芝松下  
ディスプレイ、三洋、NEC、リ  
コー、松下電工、産総研 他
- ・目的及び効果:
  - 発光効率の革新による有機EL  
ディスプレイの超低消費電力化

## 技術課題

- ・発光の長寿命化
- ・低い電圧でも明るく発光
- ・超低消費電力化  
(将来目標: 50%削減)
- ・コスト低減



## 有機ELディスプレイ技術

液晶とは原理が異なり、有機物が電気で発光する性質を利用。バックライトのいらぬ超低消費電力ディスプレイが期待される

## 有機ELディスプレイの主な用途

- ・テレビ
- ・携帯電話、カーナビ  
などの小型画面
- ・パネル型照明
- ・電光掲示板、電子広告



# インバータ分野

## パワーエレクトロニクス技術開発

主としてNEDO「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」プロジェクトで実施中

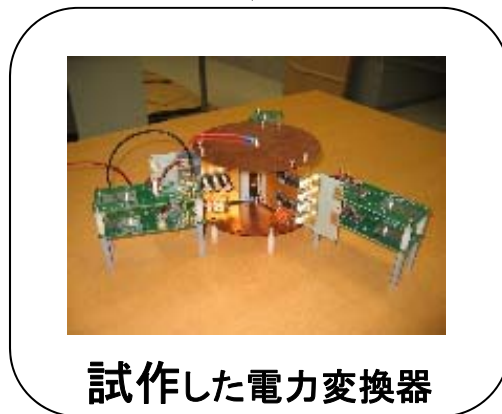
- ・予算総額: 21億円  
(うち産総研 10億円)
- 開発期間: 2006～2008年

- ・参加企業等: 素子協、三菱電機、日立、東芝、沖、電中研、阪大、東工大、産総研、他

- ・目的及び効果:
  - 一自動車、家電製品等で電力の変換と制御を行うインバータ回路の半導体材料を従来のシリコンに換えて炭化ケイ素(SiC)等を使用。SiC半導体の利用により**70%**消費電力削減

### 技術課題:

- ・基盤技術の確立
- ・省エネルギーに資する、素子高性能化
- ・SiCトランジスタ、ダイオード、制御回路等の実装モジュール化
- ・低消費電力実現のための最適なインバータ回路設計

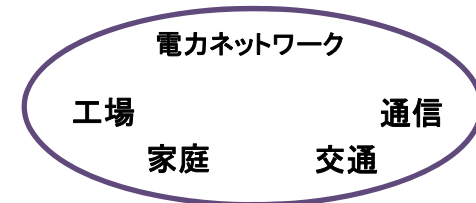


## パワーエレクトロニクスインバータ技術

### 用途:

- ・交通(電鉄・自動車)
  - 電気鉄道用インバータ、ハイブリッド電気自動車用インバータ
- ・電力・新エネルギー
  - 分散電源用インバータ
- ・産業
  - 汎用インバータ、FAサーボ、大容量モーター用インバータ
- ・家電・民生
  - エアコン用インバータ、電磁調理器用インバータ

### パワーエレクトロニクス統合化技術



70%電力削減

# ネットワーク技術分野

## 次世代ネットワーク技術開発

主としてNEDO  
「次世代高効率ネットワーク  
デバイス技術開発」プロジェクト  
で実施中

開発期間：2007～2011年度

・参加企業等：産総研、(財)光産業技術  
振興協会、  
NHK、アラクサラ、他

・目的及び効果：

- －大規模光スイッチを使った新しい  
光ネットワークを構築するための光  
デバイス開発
- －光スイッチネットワークでは信号を  
光－電気変換する必要が無いため  
消費電力が大幅に削減

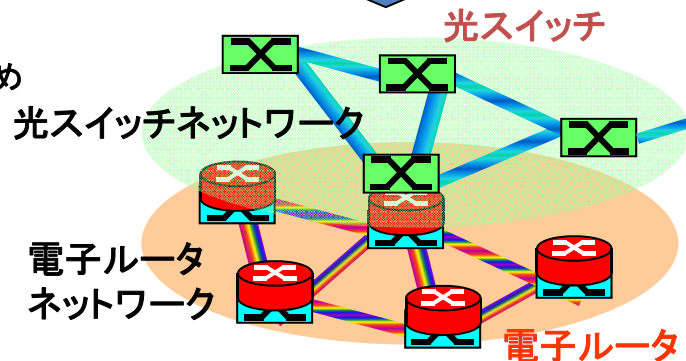
1MW(電子ルータ)  
→ 100W(光スイッチ)

技術課題：

- ・光インターフェース技術
- ・集積化技術及び超高速LD(レーザー  
ダイオード)技術
- ・超伝導回路技術等



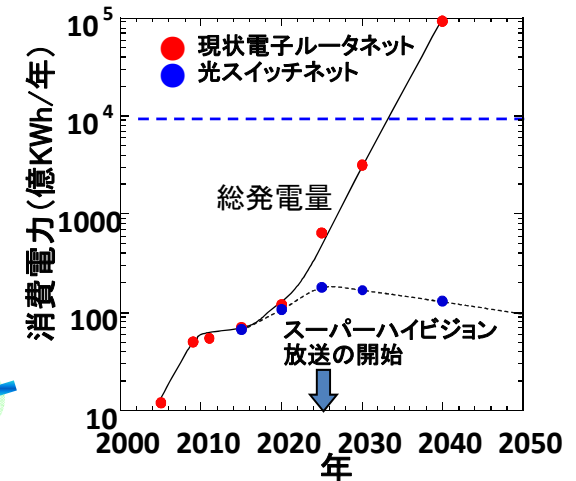
- ・大規模光スイッチを使った  
新しい光ネットワークの構築
- ・従来の電子ルータネットワーク  
と共存



## 光スイッチネットワーク技術



試作した光スイッチ



将来目標：  
消費電力 4桁削減

# 労働生産性向上技術からエネルギー生産性向上技術へ

時代	生存の時代	開発の時代		持続性の時代	
	人による作業	自動化(機械化)	自動化(知能化)	グリーンIT (A)	グリーンIT(B)
サービス 増幅 (例:生産)	人による 知能作業		情報機械による 知能作業	情報機械の 省エネ	
	人による 力作業	エネルギー機械 による力作業			エネルギー機械の 省エネ
技術	道具	動力機械	IT制御	素子、装置、 システム の省エネ	機械・システムの 省エネ設計、 IT制御
エネルギー 消費					

# 国際的な協力戦略

# 中立的国際助言機関の創設提案

古くは世界シミュレーション(World Dynamics)の結果による警告をローマクラブが行った例がある(成長の限界)。

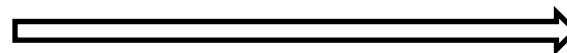
最近では国際的な中立助言機関としてのIPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change / WMO, UNEP)の、多くの研究者の研究とシミュレーションによる警告と助言が大きな影響を社会に与えた(わが国からも多くの研究者が参加し、また地球シミュレータセンターが貢献した)。

本論で明らかになったように、私たちは喫緊の課題であるエネルギーについてのリスクを知っておらず、また中心的課題である省エネルギーを進めるための体系的な知識を持ち合わせていない。したがって社会の行動者の行動の正当性が保障されていない。

これを克服し、世界が共同して持続性を実現するためには、科学技術研究の国際協力が不可欠である。そのために、気候のみならず、エネルギー、食糧、疾病、など、広範な持続性にかかわる問題について研究し、**50年程度の予測を、できるだけ高い精度と信頼性を持って、中立性を保ちつつ、常時発信し、また可能な対抗策を提案していく機能を持つ国際機関**が必要である。社会の行動者はそれを基に行動計画を立てる。

## 国際的助言機関

自然科学者、  
社会科学者、  
科学技術者、  
社会技術者など

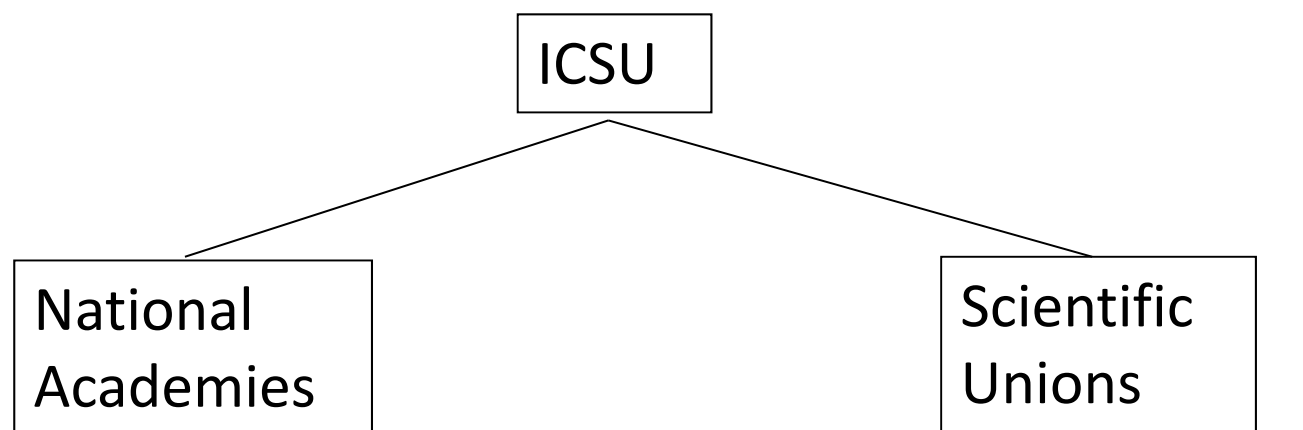


## 社会の行動者

関係する理論解析やスーパーコンピュータによるシミュレーションなどによる 現状分析、長期予測の発信と可能な行動の提案 (常に最新の結果を提供)

# 国際科学会議 (ICSU)

1931~1995 International Council of Scientific Unions  
1996~ International Council for Science(改名)



各国のアカデミー  
(会員 70カ国、  
準会員 35カ国)

国際学術連合(27)

2002年9月総会決定

# Science ~ Policy Levels of Advices by Scientist ( ICSU )

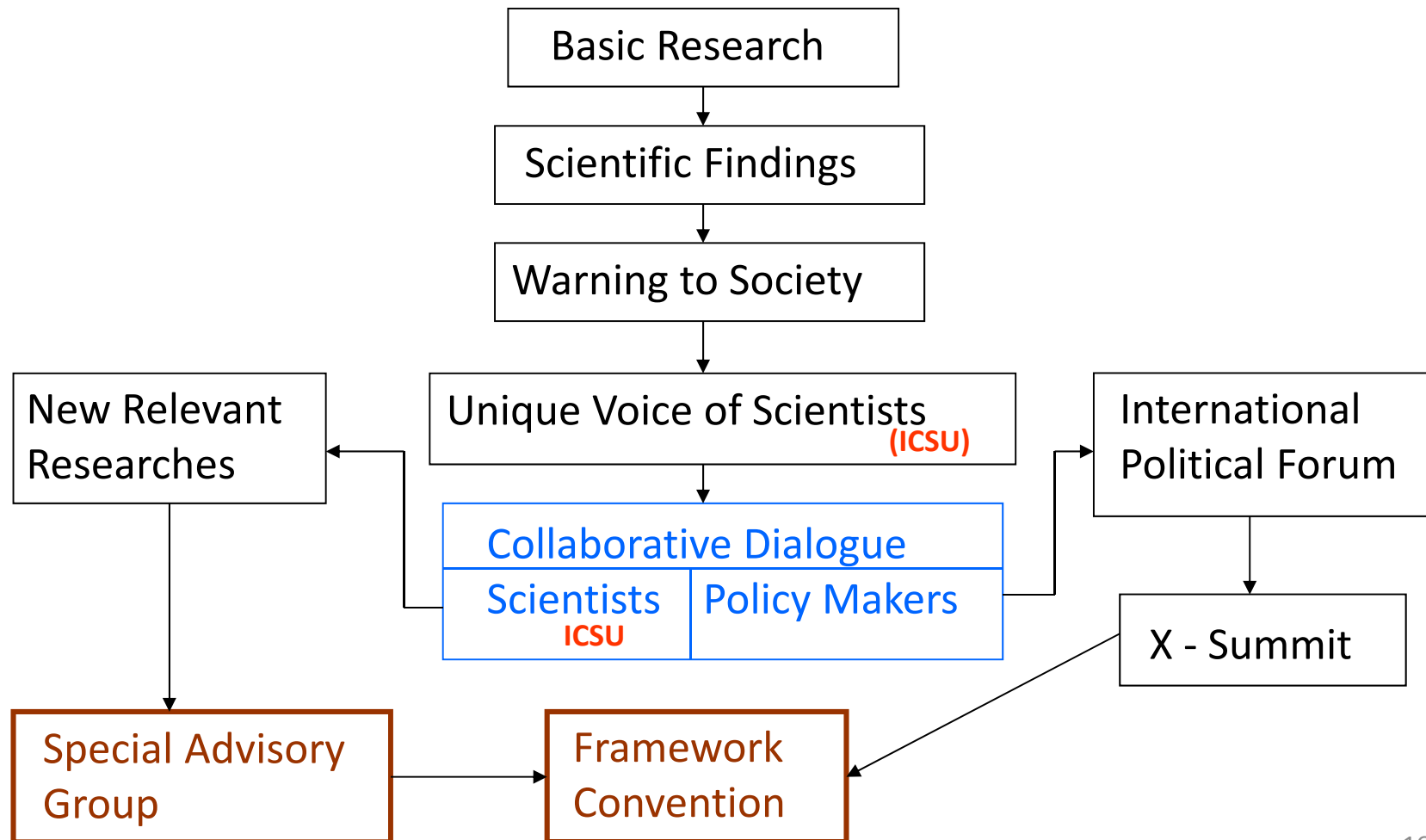
*Science-driven*



1. Provide advice on scientific consensus, including conclusions and uncertainties, and the degrees of assurance about the unknowns ( **neutral advice** )
2. Advice on the potential impact that alternative or plausible outcomes may have based on scientific evidence
3. Evaluate alternative policies and advise on the scientific pros and cons of each
4. Recommend a particular policy with scientifically based agreement on it
5. Advice derived from ideologically based argument or vested interests ( **harmful advice** )

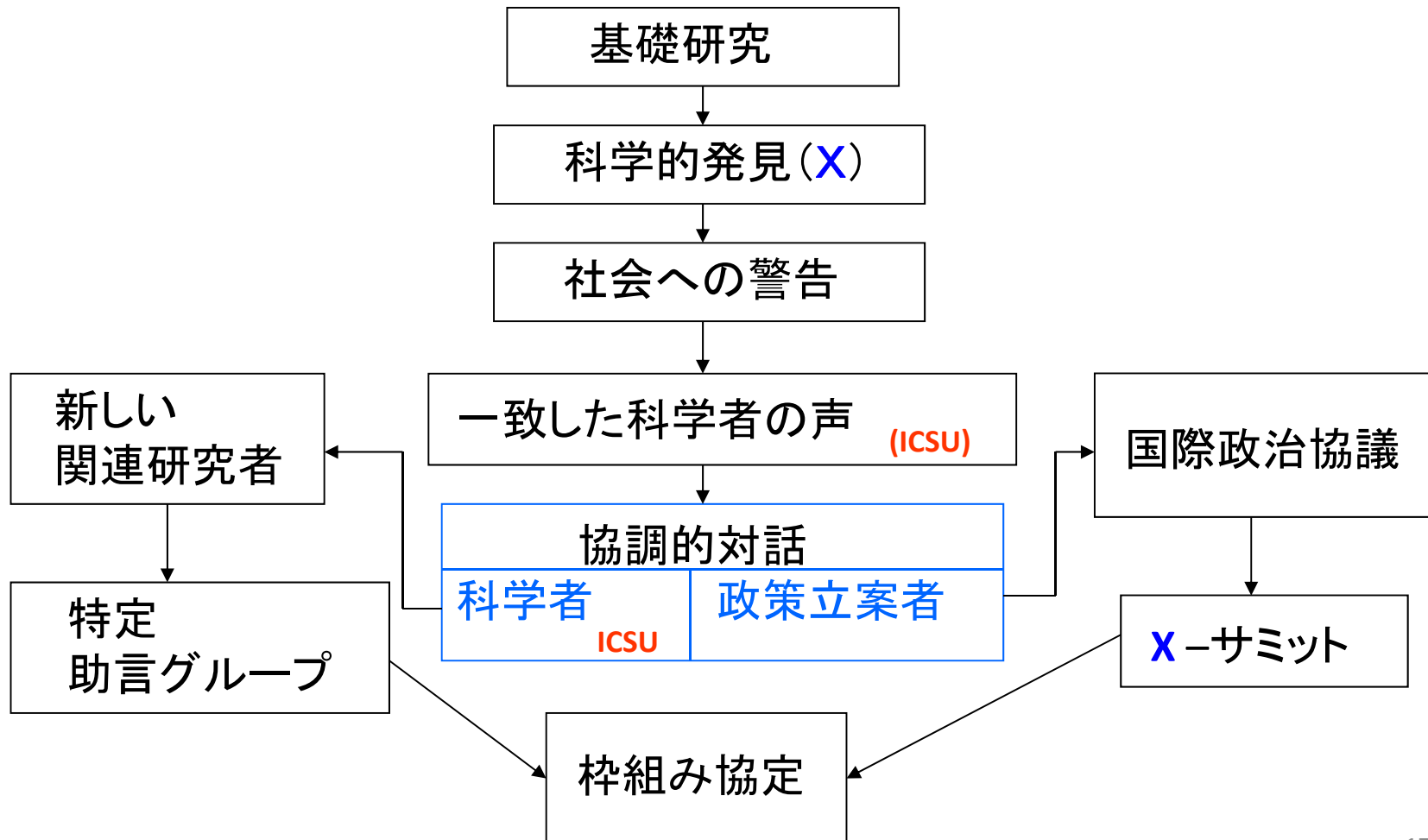
*Policy-driven*

# “ICSU-Mechanism”

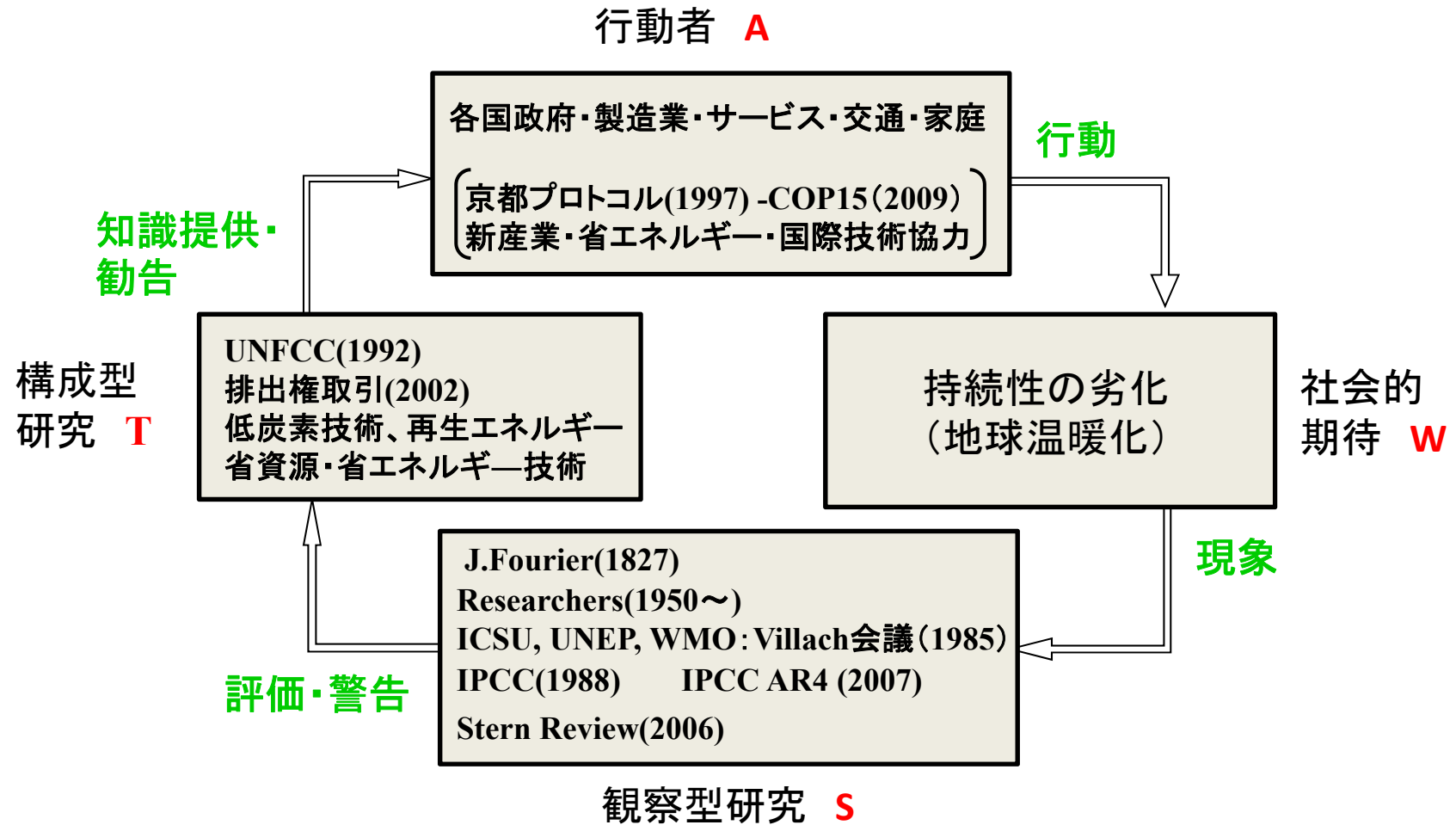




# “ICSUメカニズム”

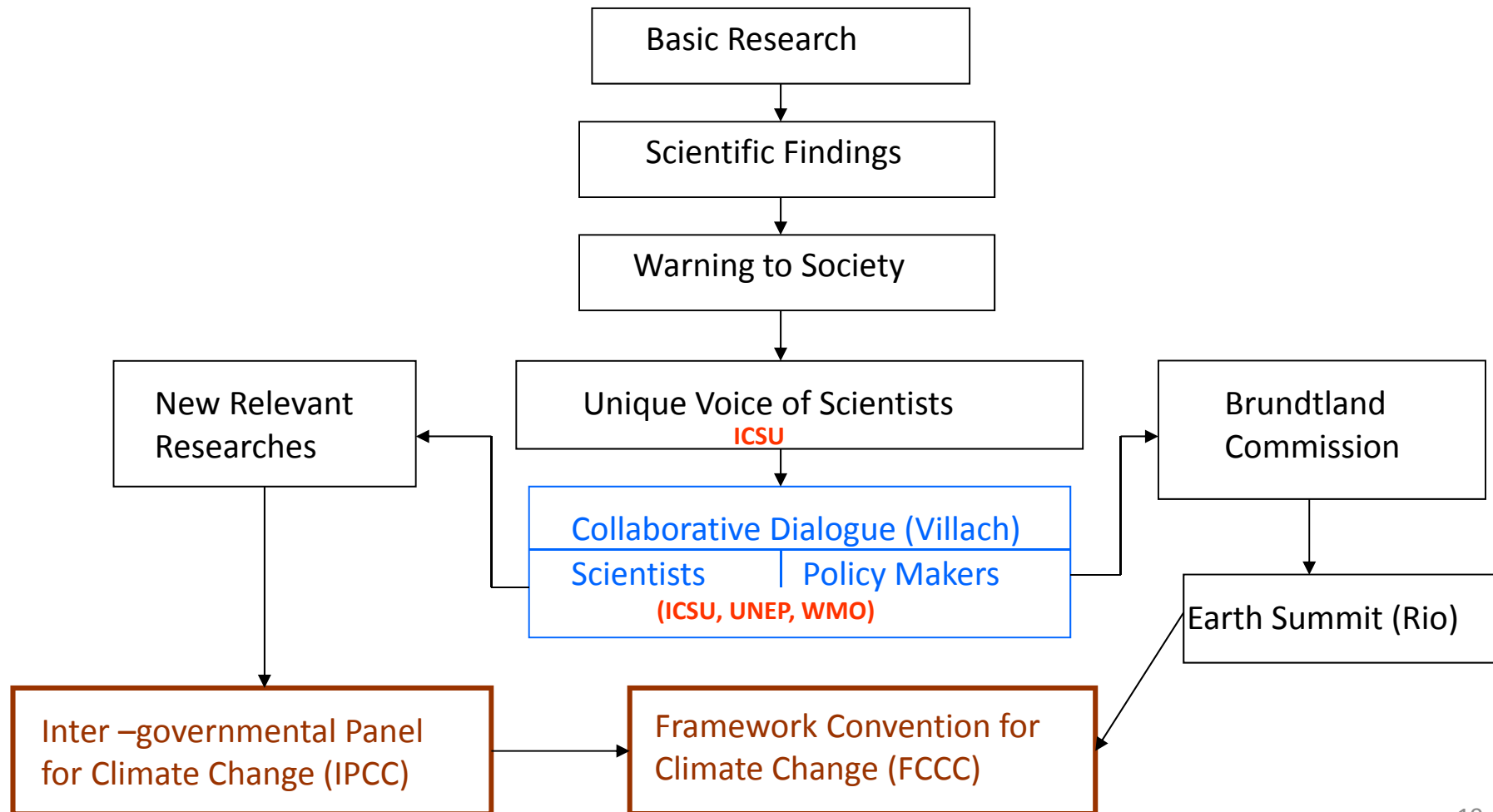


# 循環の第一条件: 社会的期待の科学者による発見

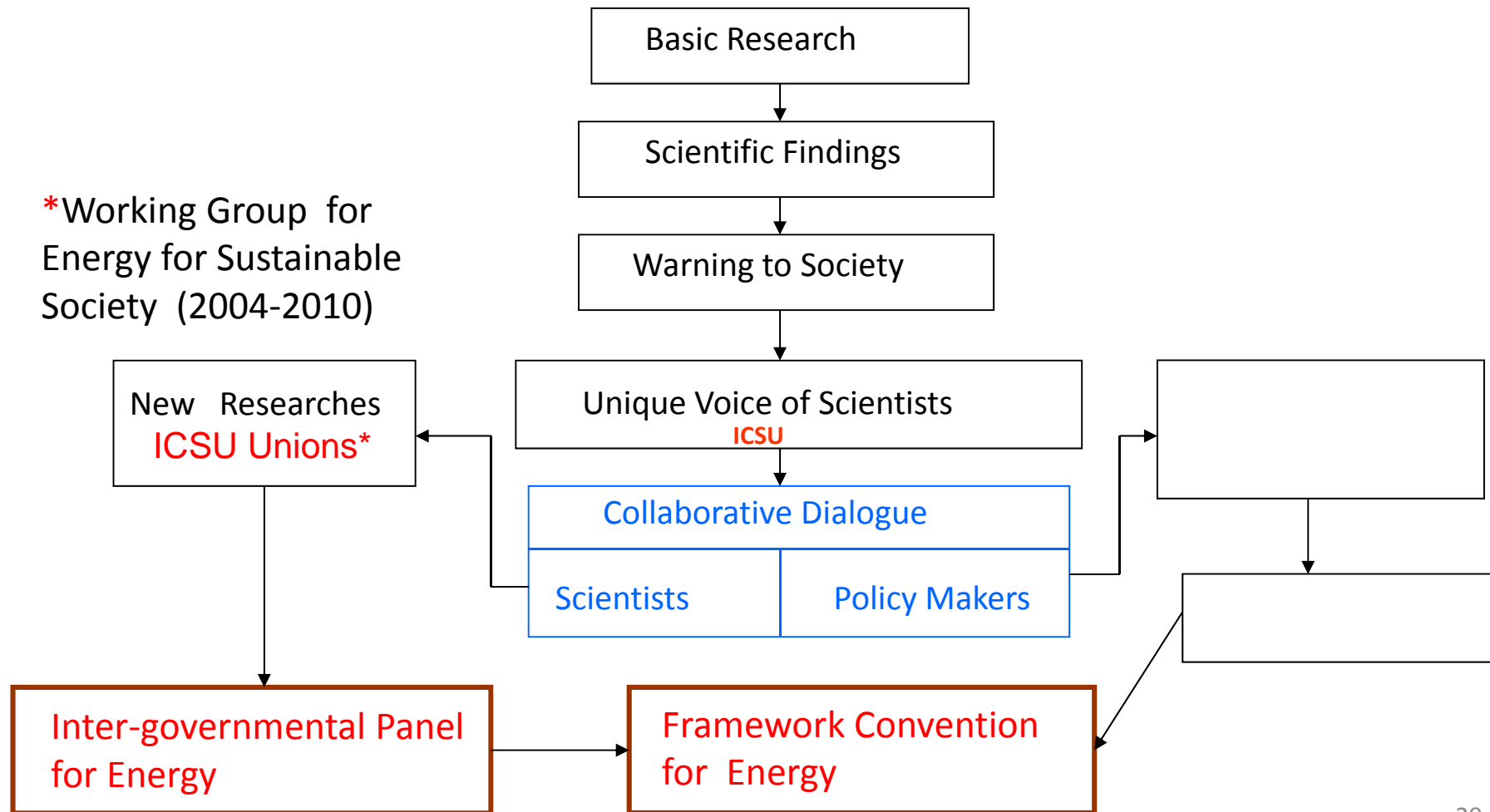


進化の構造のうえでの情報・行動の循環の繰り返しにより、**気候変動抑制**に立ち向かう世界の協調的行動が成立しつつある。

# ICSU Mechanism for Global Warming



# ICSU Mechanism for Energy (proposed 2004)



# Energy for Sustainable Societies(2004～ **Working Group Members**

**Hiroyuki Yoshikawa [Chair]**, Nat. Inst. of Advanced Industrial S&T; Tokyo, Japan

**Marie-Lise Chanin**, Service d'Aeronomie CNRS ; Verrières-les-Buisson,France

**Sevket Durucan**, Dept of Environmental S&T, Imperial College London; United Kingdom

**José Goldemberg**, University of São Paulo, Brazil

**Adinarayantampi Gopalakrishnan**, Hyderabad, India

**Thomas B. Johansson**, Int. Inst. for Industrial Environmental Economics, Lund University, Sweden

**Steve Lennon**, ESKOM, Johannesburg, South Africa

**Lackson Marufu**, Department of Meteorology, University of Maryland, USA

**Nebojsa Nakicenovic**, International Institute for Applied Systems Analysis, Vienna, Austria

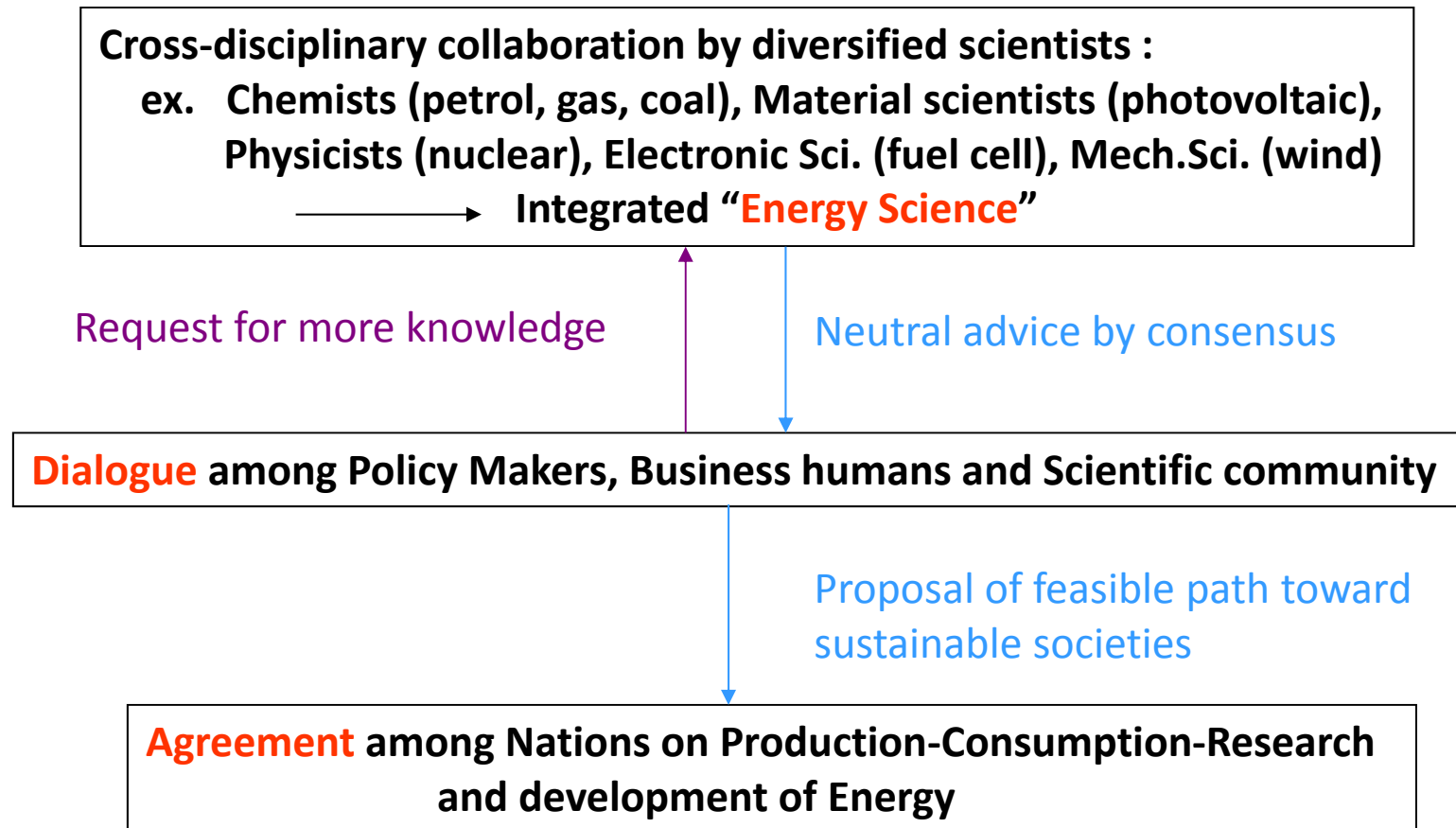
**Burton Richter**, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford, CA

**Maxine Savitz**, Los Angeles, CA, USA

**Kenji Yamaji**, Department of Advanced Energy, The University of Tokyo, Japan

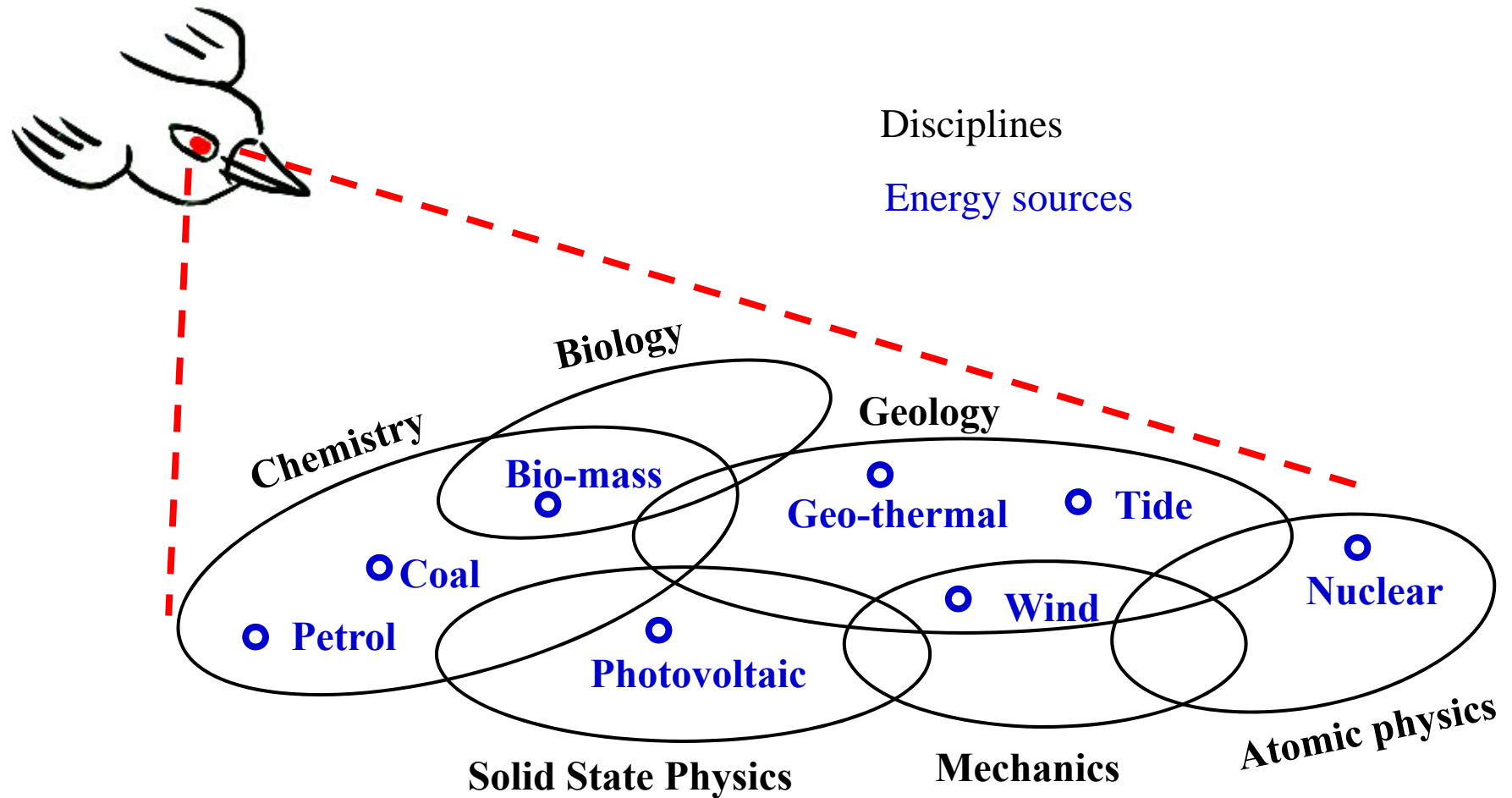
**Yang Fuqiang**, The Energy Foundation, Beijing Office, China.

# A Procedure toward Energy Collaboration in ICSU



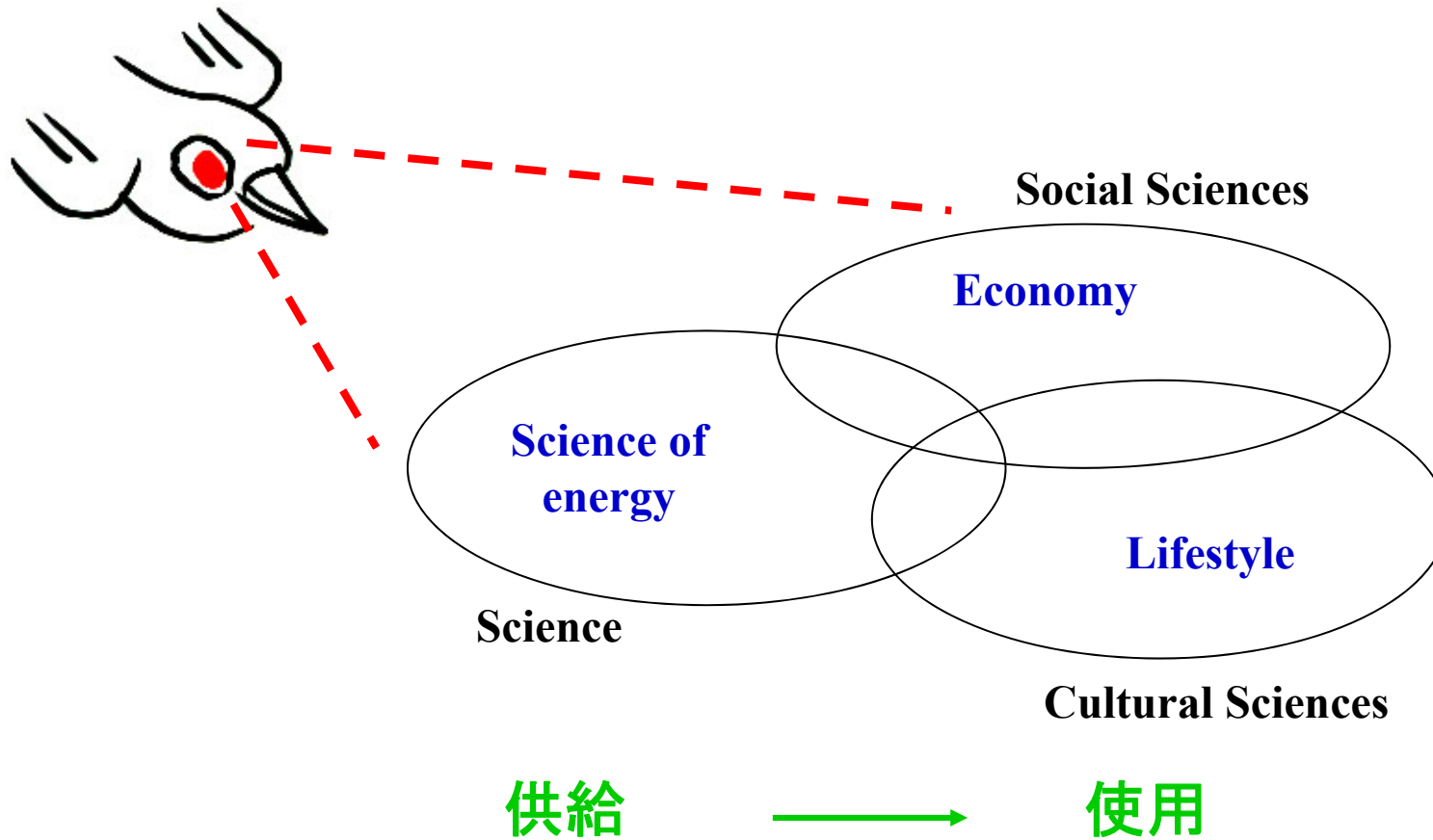
# 多様なエネルギー源に対する俯瞰的な視点

(科学者コミュニティの中で)



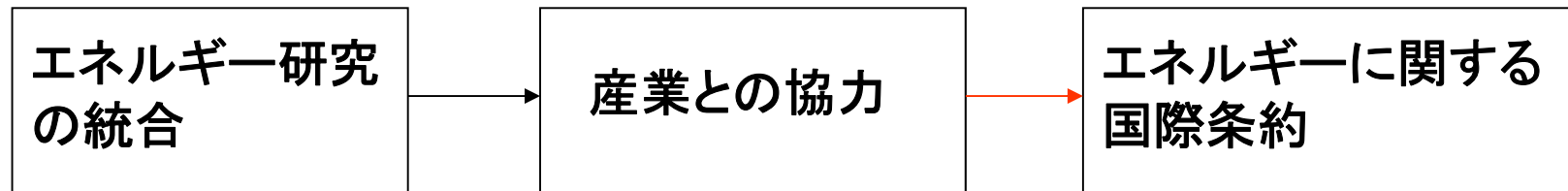
# 俯瞰的視点の拡大

(社会科学、人文科学との協調)





# “ICSU –メカニズム” によるエネルギー協力



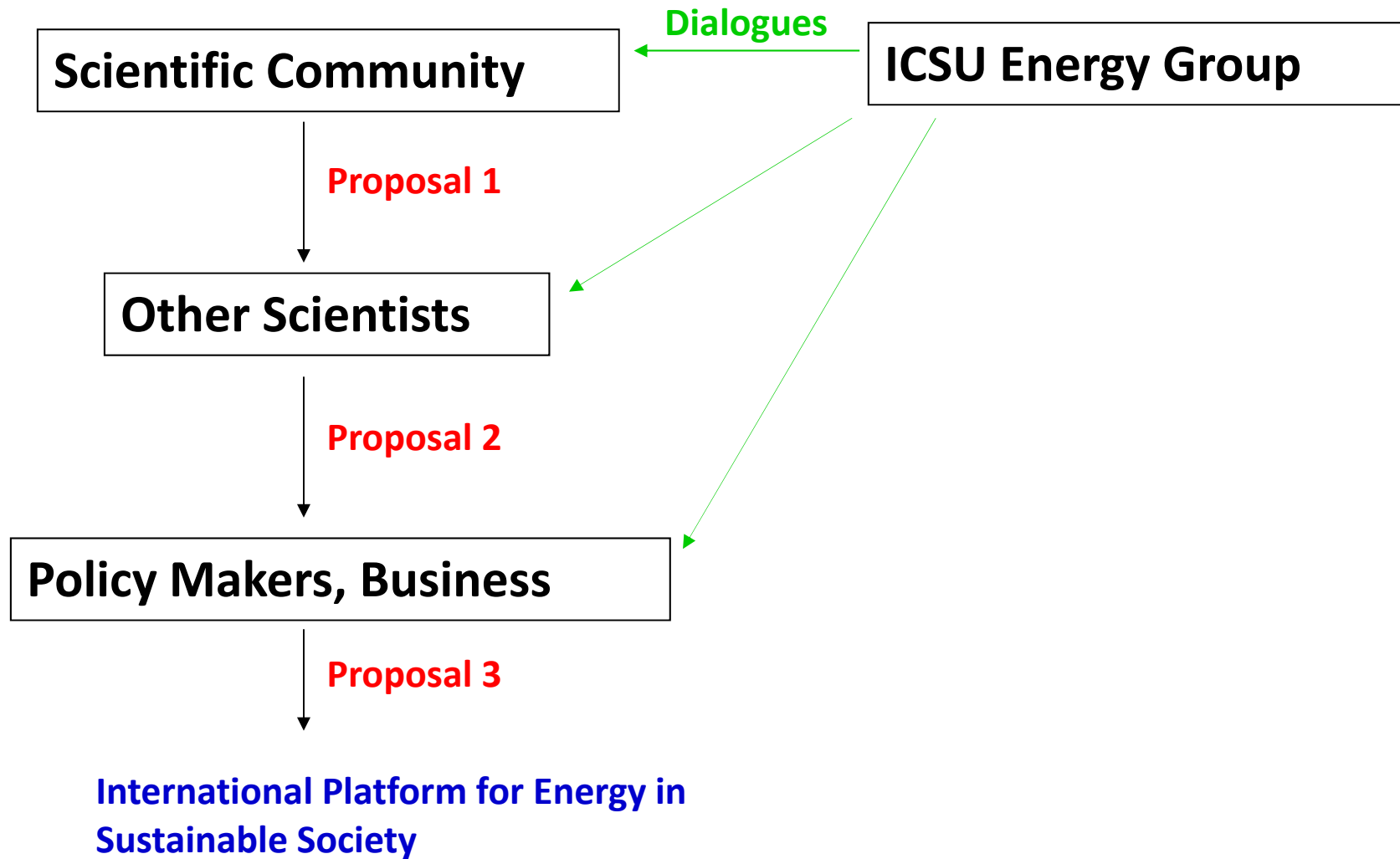
物理学  
化学  
材料学  
社会科学  
人文科学

エネルギー産業  
製造業

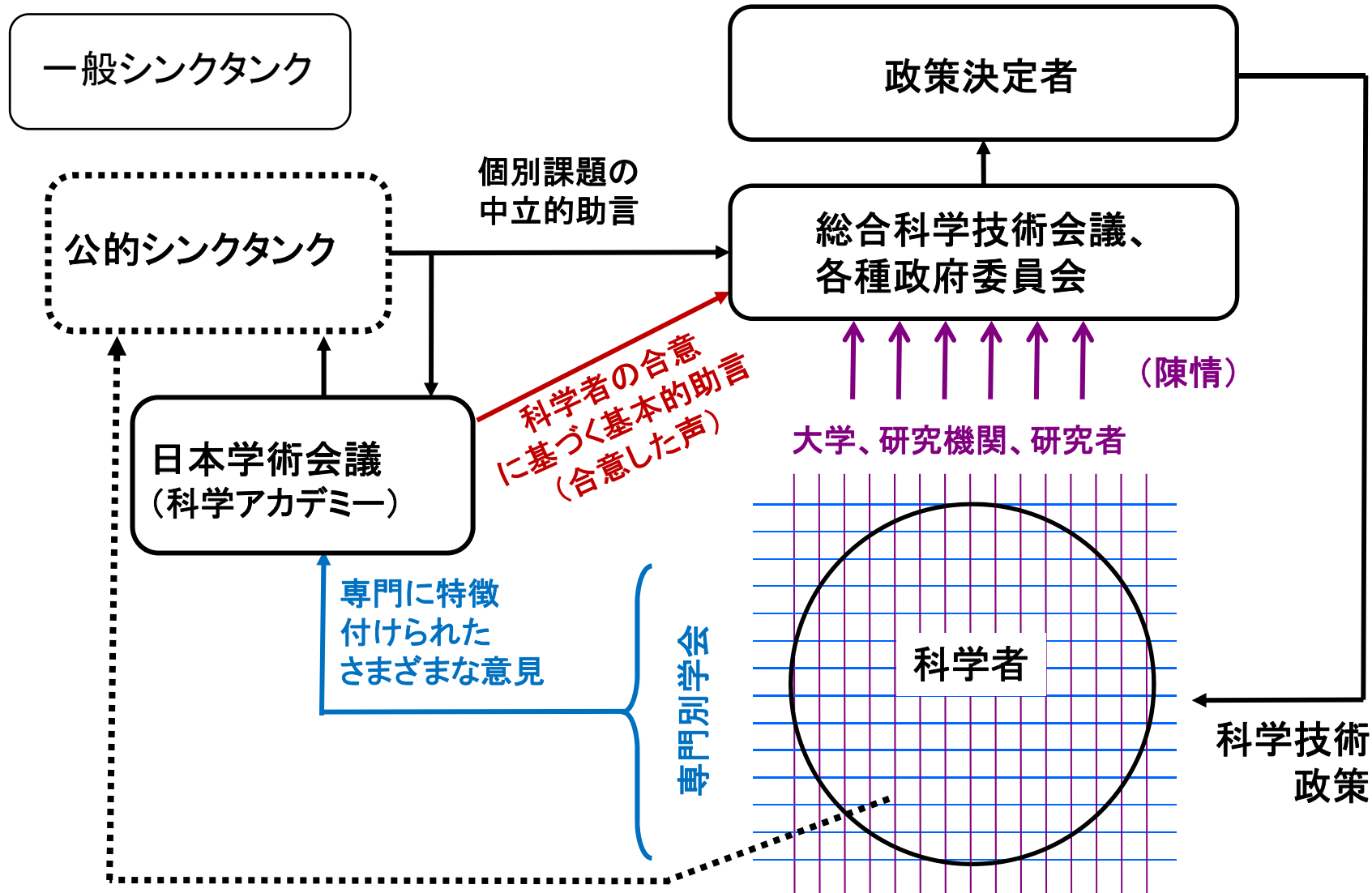
**助言  
提案**

国際連合(UN)  
UNESCO  
OECD  
IEA  
IIASA

# Steps for International Collaboration in Energy



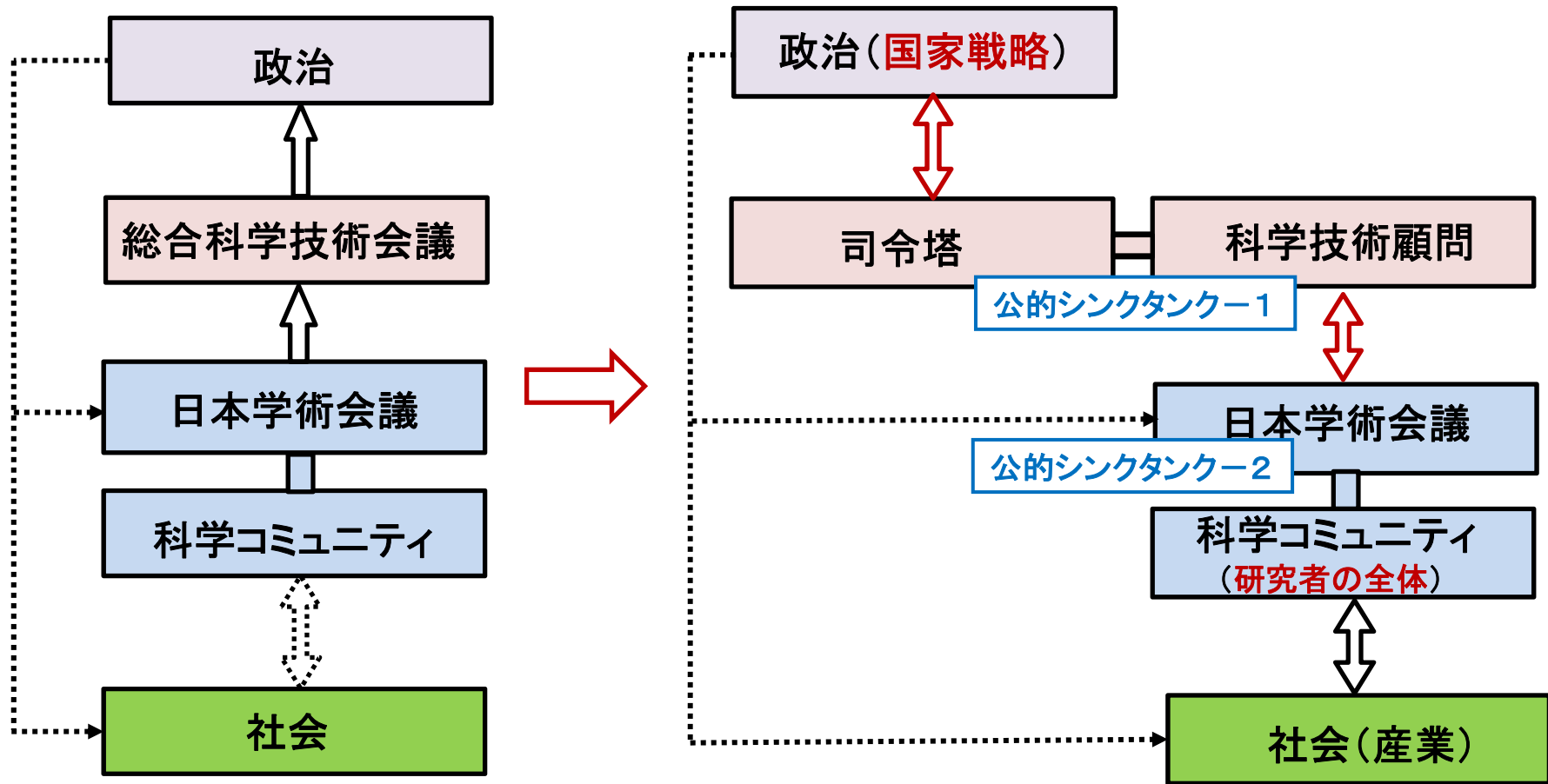
# 中立的助言と科学技術政策の決定



政府の中の科学者 (scientists in government) は科学者コミュニティの見解を知るべきである

# 総合科学技術会議の進化

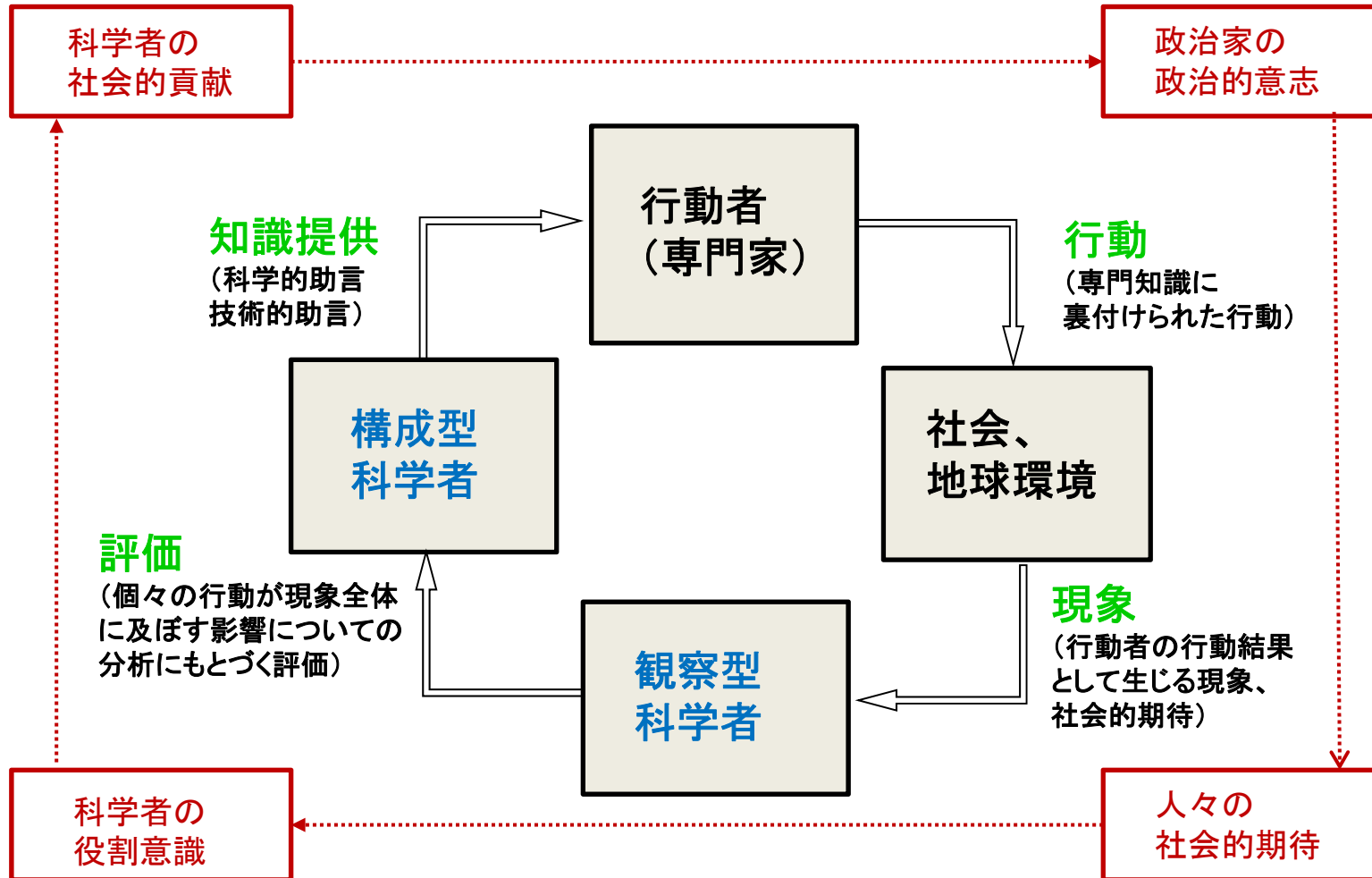
諮問機関から提言機関(司令塔)へ



情報が一方方向性を持つ構造

情報がcoherency(凝集性)を持つ構造

# 政治的意志と科学者の役割意識との邂逅



# エネルギー国家戦略についてのCRDS提案

