



「ものづくりのための計算工学」  
研究会 発足記念シンポジウム

## 基調講演

# 『ものづくりの視点からの 計算工学への期待』

日時:平成21年4月6日(月)1:45~  
場所:アルカディア市ヶ谷

経済産業省 ものづくり政策審議室長  
渡邊政嘉(まさよし)

ものづくりのためのものづくりになら  
ないために

まずは、大きなフレームワークから  
スタートしよう！

「新経済成長戦略」

# 新経済成長戦略が目指すもの(06年策定時)

## ○人口減少下での「新しい成長」

: 諸政策を戦略的に推進し、主要先進国で戦後初めて継続的に人口が減少するという逆風の下でも「新しい成長」が可能なことを示す。

## ○イノベーションと需要の好循環

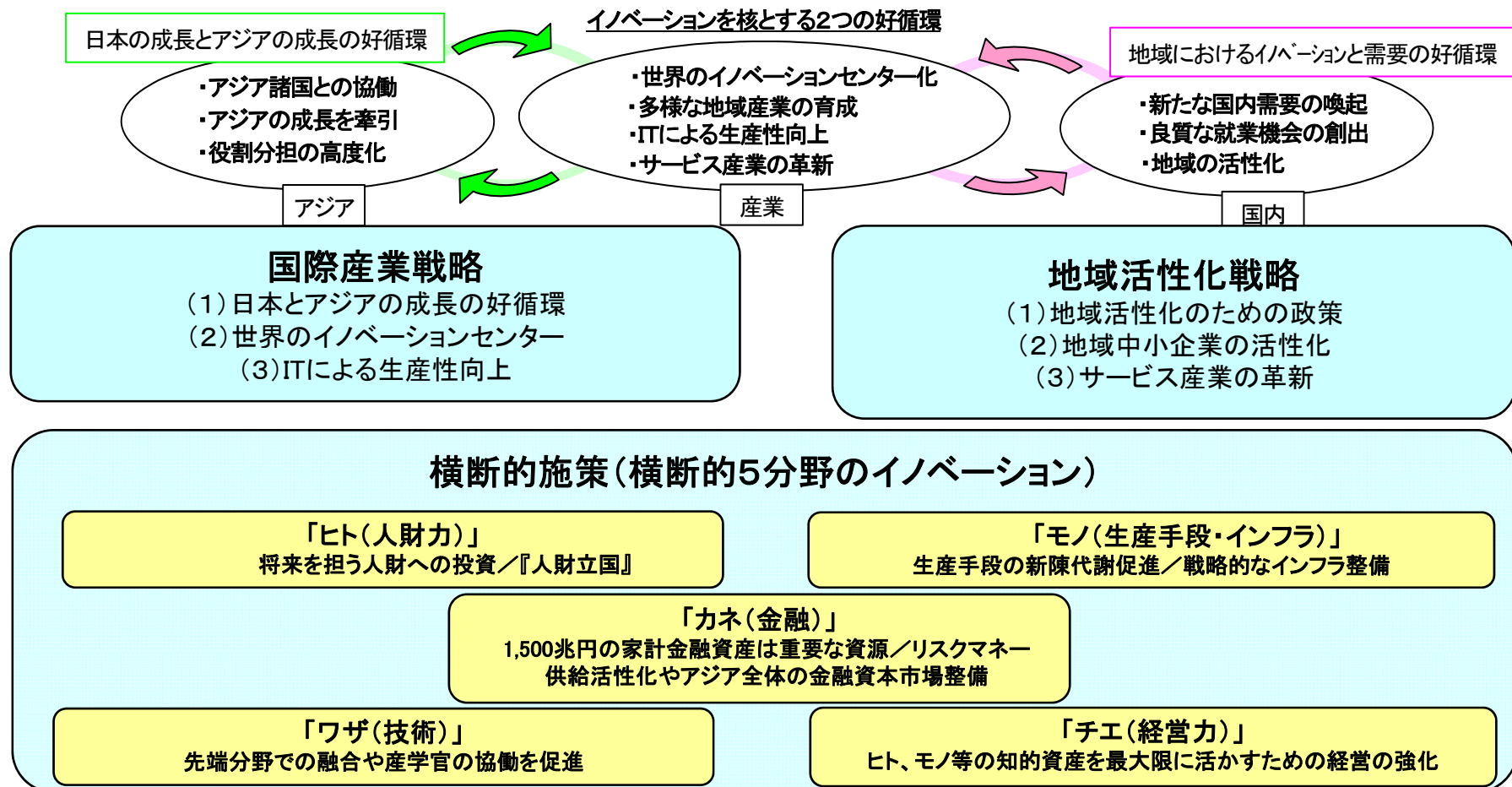
: 「日本の成長とアジアの成長の好循環」、「地域におけるイノベーションと需要の好循環」という2つの好循環が成長に貢献。

## ○製造業とサービス産業が経済成長の「双発エンジン」

: GDPの7割を占めるサービス産業が「もう一つの成長エンジン」となるよう生産性向上運動を広く展開。

## ○改革の先に見える明るい未来

: 社会保障制度の持続可能性維持、歳入・歳出一体改革による財政再建のためにも経済活性化が不可欠。



# 新経済成長戦略の改定

—いかに危機を克服し、  
成長を実現するか—  
「2つの基本戦略」と「3つの柱」

## 2つの基本戦略

### 世界経済の構造変化を克服するための「2つの基本戦略」

✓ 「資源生産性」の抜本的向上に集中投資し、  
資源高時代、低炭素社会の勝者になる。

- ◆ 資源価格の高騰や乱高下は、新興国の台頭による需要の拡大、という構造的な問題であり、中長期的なもの。
- ◆ 我が国の強みである省エネ等の知恵と技術力を最大限活かして、我が国の資源依存度を下げるべく、「資源生産性」の抜本的な向上に官民ともに集中投資。
- ◆ これにより、日本経済へのコスト負担増大を克服し、他国を寄せ付けない競争力を勝ち取る。

✓ 製品・サービスの高付加価値化に向けてイノベーションの仕組みを強化するとともに、グローバル化を徹底し、世界市場を獲得する。

- ◆ 人口減少下で国内市場が伸び悩む中、日本が輸出する製品・サービスのさらなる高付加価値化を図るとともに、世界の市場を獲得し、海外からの所得を増大させ、交易条件の悪化に伴う所得流出を克服。
- ◆ 国内改革を断行し、大企業製造業だけではなく、中小企業やサービス業、農業も含め、世界の市場の獲得に打って出る。
- ◆ また、我が国の世界市場獲得のための国際的な環境整備(ルール作り)にも積極的に対応。

日本には、「強み」「底力」あり。

これらを活かして「ピンチ」を「チャンス」に変え、成長の道を切り拓く。

# 「新経済成長戦略」改訂の3つの柱

～ 以下の3つの柱で「新経済成長戦略」を強化し、速やかに実行に移していく ～

## 2006年からの情勢変化

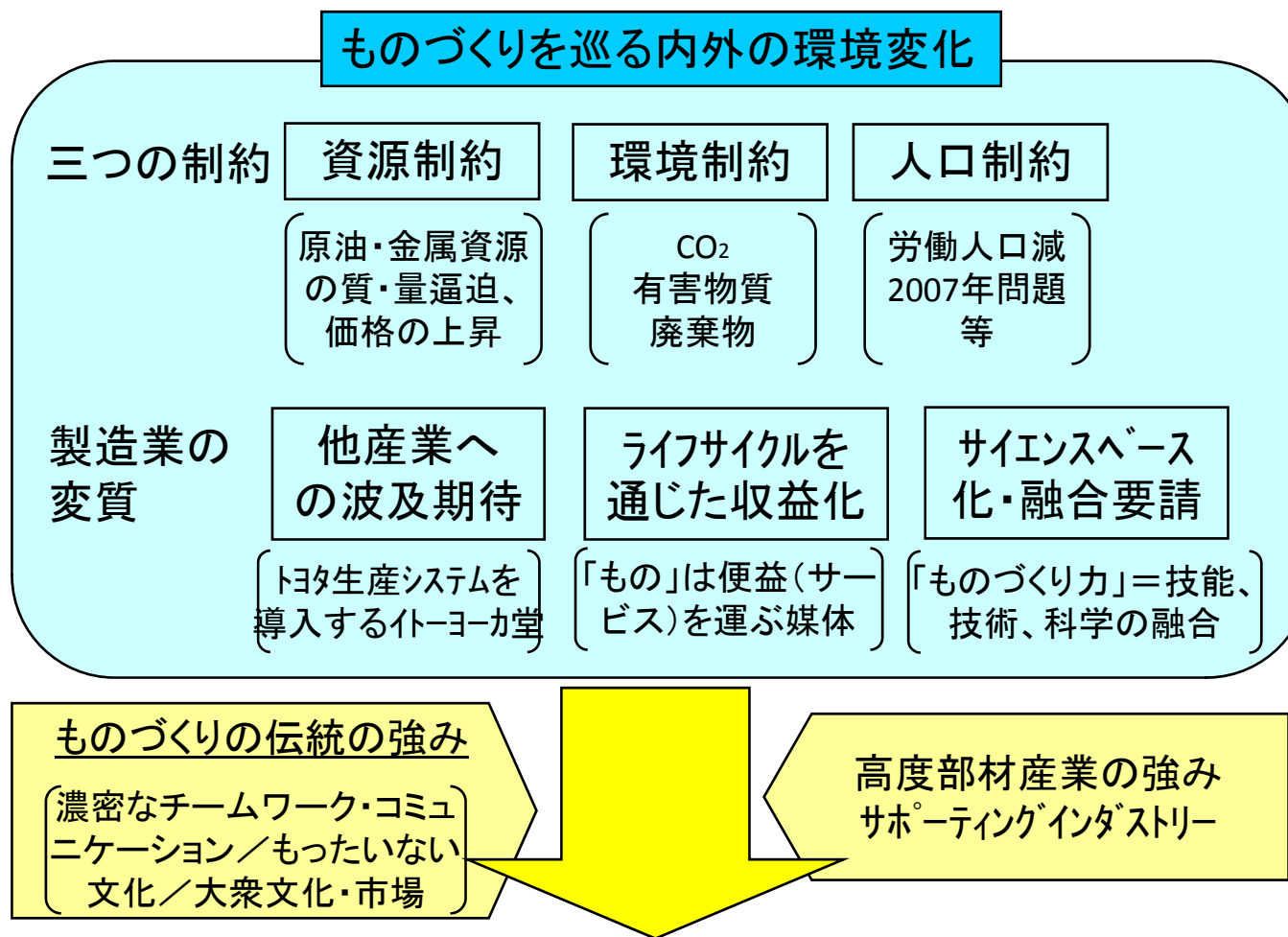
- 資源価格の高騰や乱高下による我が国経済の負担増大。
- 資源国等への所得流出。
- 資源国、新興国の台頭。
- アジアをはじめとする「50億人市場」の出現。
- 国際貿易交渉の停滞。
- 資源高、グローバル競争を背景とした地域・中小企業の疲弊。
- 農産物価格の高騰（農業にとっては好機）。
- 生活者の安心を支える地域社会基盤への不安増大。

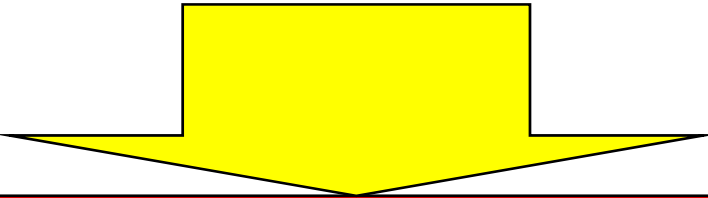


「資源生産性競争」時代における 経済産業構造の構築	世界市場獲得と持続的発展のための グローバル戦略の再構築	地域・中小企業・農林水産業 ・サービスの未来志向の活性化
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 「資源生産性」の抜本向上による経済構造の転換</li> <li>○ イノベーション強化により世界市場を獲得し、流出した所得を取り戻す</li> <li>○ 太陽光等「資源大国」を実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 資源国、新興国との戦略的な関係の構築。資源外交</li> <li>○ アジア市場との一体化による成長活力の取り込み</li> <li>○ 自由で開かれた国際経済体制の構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 内需依存度の高い中小企業、サービスの国際展開</li> <li>○ 潮目の変化を活かした農業の新展開</li> <li>○ 地域医療制度の抜本的な改革</li> </ul>

# ものづくり国家戦略ビジョン

# ものづくり国家戦略ビジョンの概要





**目指すべき国家像 = 「脱資源発展国家」**

〔ものづくり力を活かして資源制約、環境制約、人口制約の中で成長を果たす。  
それをMade in Japan製品、Japan Inside製品の競争力・ブランド力とする。〕

**ものづくりパラダイムへの転換**

製造業パラダイム	ものづくりパラダイム
物質・労働負荷増大	物質・労働負荷低減
大量生産・大量廃棄	他品種変量・循環型
画一性(同質重視)	多様性(異質の活用)
物的資源	人的資源(知識・情報)

〔ものづくりパラダイムにおける新たな価値創造＝「物質負荷・人間負荷をかけずに顧客・消費者の満足を高める」〕

**パラダイム転換に必要な社会システムの変革**

〔企業内部……………価値創造の場  
企業間・組織間……企業の境界を越えたオープンな連携・ネットワーク  
地域・国家・世界……アジア・ユーラシアとの最適機能分業(グローバル)、  
魅力ある地域間(ローカル)の競争〕

## 日本のものづくり競争優位を保つためには

- 日本はものづくり力(科学+技術+技能)を生かし、世界のものづくり技術のイノベーションセンターに
- そのためには、ものづくり基盤技術を継続的に高度化し、アジア諸国の追い上げを振り切り、世界の一步先を行くものづくり基盤技術の開発

# 「脱資源発展国家」実現にむけて

- ものづくり国家戦略ビジョンに示されたものづくりの方向性である「脱資源発展国家」実現に向けたものづくりのパラダイムシフトが必要
- ポイントは「資源生産性向上」
- 日本の強い「ものづくり力（科学＋技術＋技能）」を生かし、世界のものづくり技術のイノベーションセンターに
- この「ものづくり力」×「資源生産性」で「脱資源発展国家」の実現を！

# 科学 V.S. 現場力

- 科学(サイエンス)とは、ある対象を一定の目的、方法のもとに実験、研究し、その結果を体系的に組み立て、一般法則を見つけだし、またその応用を考える学問。『旺文社国語辞典』より
- 現場力とは、企業の戦略を遂行し価値創造を実現する組織能力の一部であり、組織能力全体の品質を規定する基盤的能力である。『遠藤功(早稲田大学大学院商学研究科教授)』

# ものづくりと現場力

- 日本のものづくりの強さは「現場力」の高さにあると言われます。
- 「現場力」とは何でしょうか？
- 「現場力」とは現場に根ざした何らかの能力
- ものづくり活動の現場を定義しなければ能力も明らかにすることができない。
- ものづくり活動プロセスを構造化：研究開発→企画・設計→生産、(→販売→消費)を一連のプロセスとして分類

# 企画・設計現場力

- ユーザの欲求事項を的確に把握し、それを具体的なデザインとして表現する能力として定義

(注1)日本のユーザは品質に対する要求事項が諸外国に比べて高いと言われている。

(注2)このユーザの選択眼がものづくりの企画・設計現場の体力を高める原動力になっているのかもしれませんが。数万点に及ぶ多くの部品を一つの製品にくみ上げる能力は、CAD、CAM、CAE等の情報技術を駆使しなければ成立しない。

# 技術開発現場力

- 研究開発の現場では、ものづくりプロセスに関わる革新的な生産プロセスや、新材料開発等を実施。
- 研究者は個人の研究者としてではなく、共通のテーマ設定をして異なる分野の研究者がチームとなり問題解明を
- この際に、原理的な基礎データと生産現場で起こっている現象をつぶさに関連づけ、短期間で問題解決策や新しい提案を産み出す能力として定義

(注)近年は、組織内の知識だけでなく組織外の知識を積極的に取り込んだり、社外にベンチャーとしてカーブアウトしたりといったオープン・イノベーション・システムへの活用も求められています。

# 生産現場力

- 特に中小企業比率の高い素形材産業では、理屈よりも実践が最優先。
- 長年の経験や勘にもとづき必要な要求事項をクリアすることができる能力と定義できる。
- ここでの能力の基礎を支える知識は、形式化されていない暗黙知としてよく議論されることが多い。
- この暗黙知を形式知へと転換し、新たな発見や生産性の向上につなげる取り組みにつなげられるかが課題。

# 組織全体の現場力

- いわゆる、カンバン方式やそれに基づくジャスト・イン・タイム、3現主義（現場・現物・現実）と言った組織活動全般のルーチンとして定着した強さもあります。これは、一企業内ではなく、関連企業との連携やすりあわせといった活動全体に裾野をもったものになっています。

# 三現主義

- 三現主義とは、現場、現物、現実という「3つの現」を重視する考え方のことです。この「3つの現」を重視しなければ、物事の本質を捉えることが難しいと言われています。
- 工場などの生産現場で起きた、不具合品が見つかったときに、責任者が状況だけ聞いてデスクの上で判断を下した場合、間違った指示を作業員に与えることがあります。不具合品が作られる工程(現場)を見て、不具合品そのもの(現物)を見て、不具合品に起きている状況(現実)を見るという三現主義を重視すれば、より正しい判断に近づくことができます。

(出典：N's spirit 投資学研究室 株式用語・経営用語集より)

# 現場力と計算工学

- 日本のものづくりを支える現場力に基づくイノベーション創出の理論エンジンに！
- 現場の強みは、3現主義から5現主義へ  
①現場、②現物、③現実＋(④原理、⑤原則)
- 現場は、複雑系によって構成される原因結果の暗黙知の蓄積によって構成
- 計算工学は、理論の解明(現象の計測・理論モデル、評価)から新たな現象の予測(シミュレーション)まで幅広い分野で期待大
- ポイントは、個別分野(縦)と横断分野(横)、たこつぼ文化の打破、異分野技術の融合を

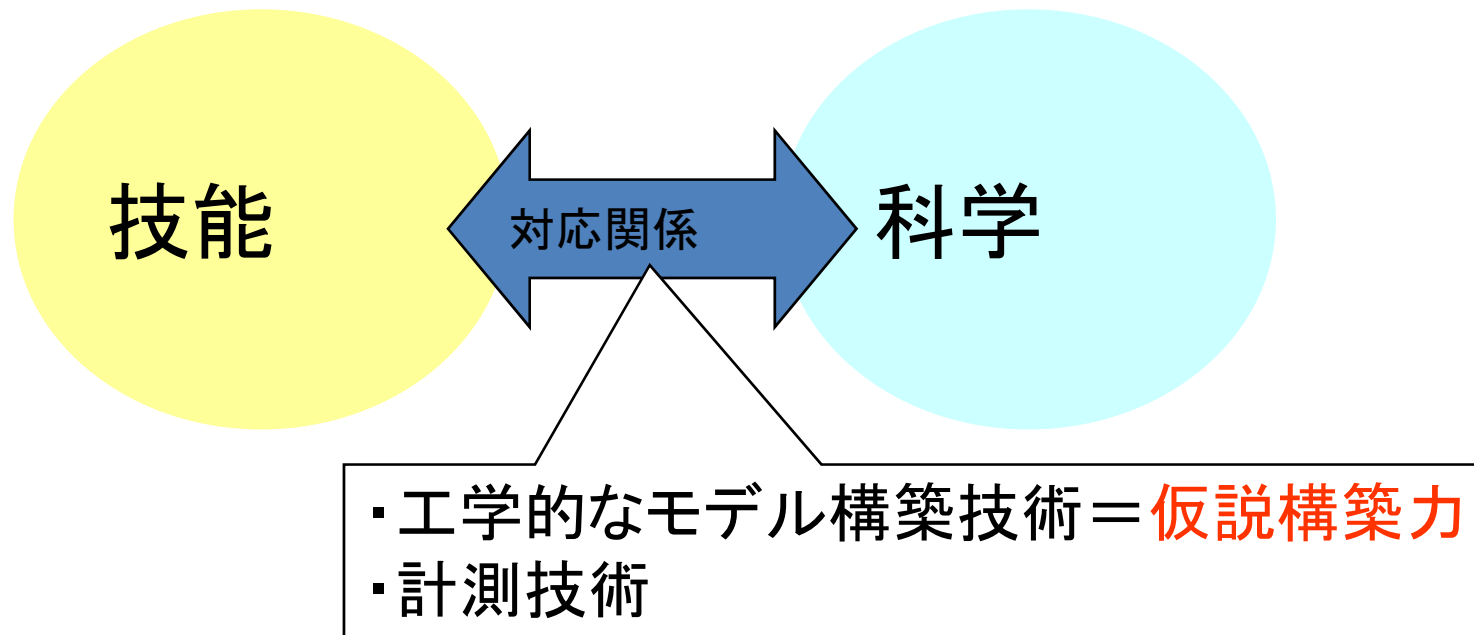
# 技術・技能の解明

産業技術総合研究所

デジタルものづくり研究センターの取り組み

# 技能の解明（技能分析技術）

- 科学的な現象の説明と熟練技能者の持つ技能の対応関係を明らかにすること



# 暗黙知＝説明できない知識

## ■ 本質的に他人に説明できない知識

○マイケル・ポラニー的暗黙知＝どうしても取り出せない知識

- 顔を識別する知識、自転車に乗る知識

○野中郁次郎的暗黙知＝頑張れば取り出せる知識

SECIモデル

## ■ 理由がわからなくて説明できない知識

○誰も理由を知らない(未解明)

○誰かは理由を知っている(当人は知らない)

# 形式知＝説明（記述）できる知識

## ■ 理由がわかって説明できる知識

○原理・原則・挙動が分かっている知識、Know-Why

○科学知・工学知

「飛行機はなぜ飛ぶか？」

## ■ 理由はわからないが説明（記述）できる知識

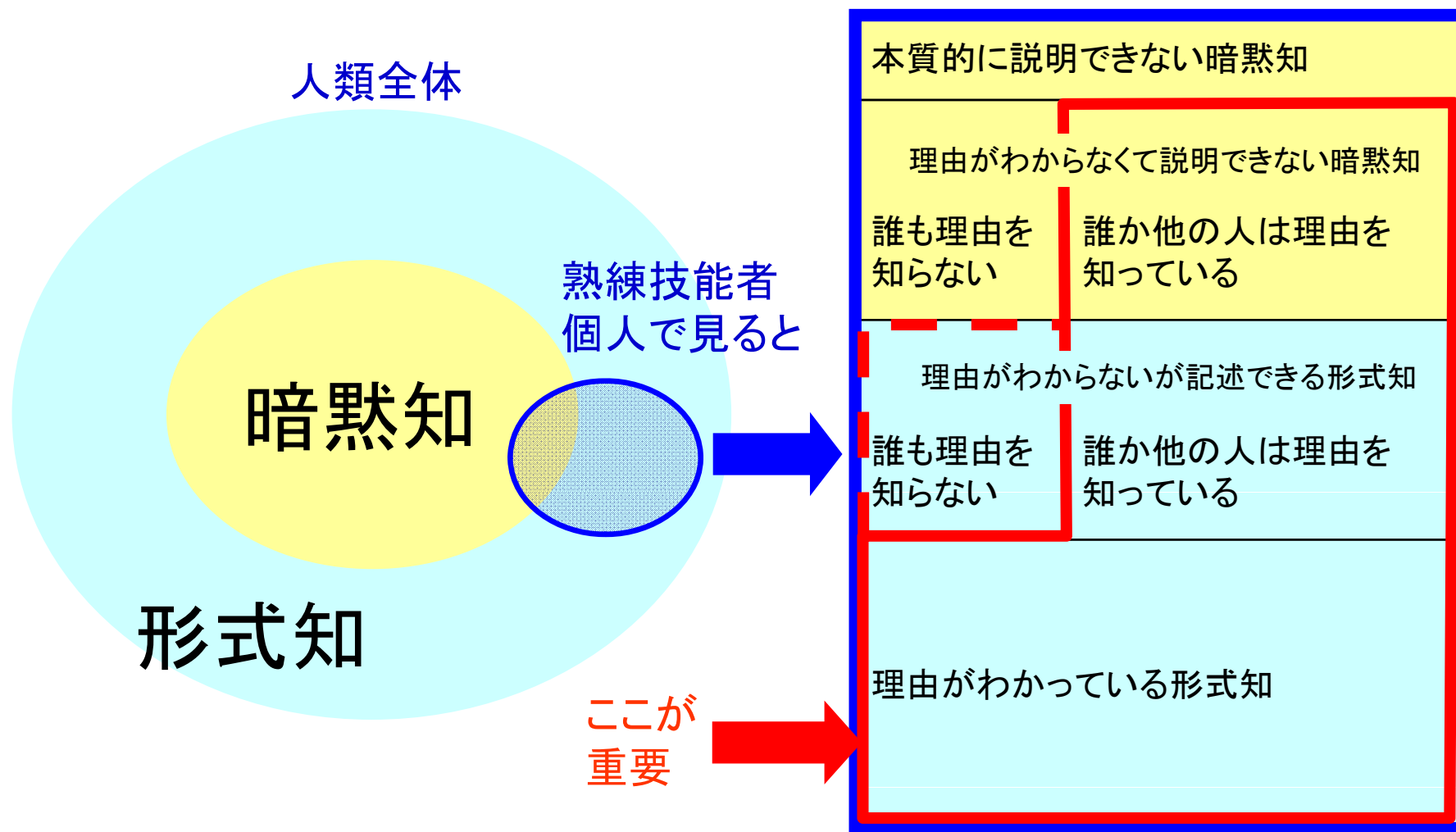
○ある種の手順に関する知識、Know-How

こうやればできる、なぜだか分からないが

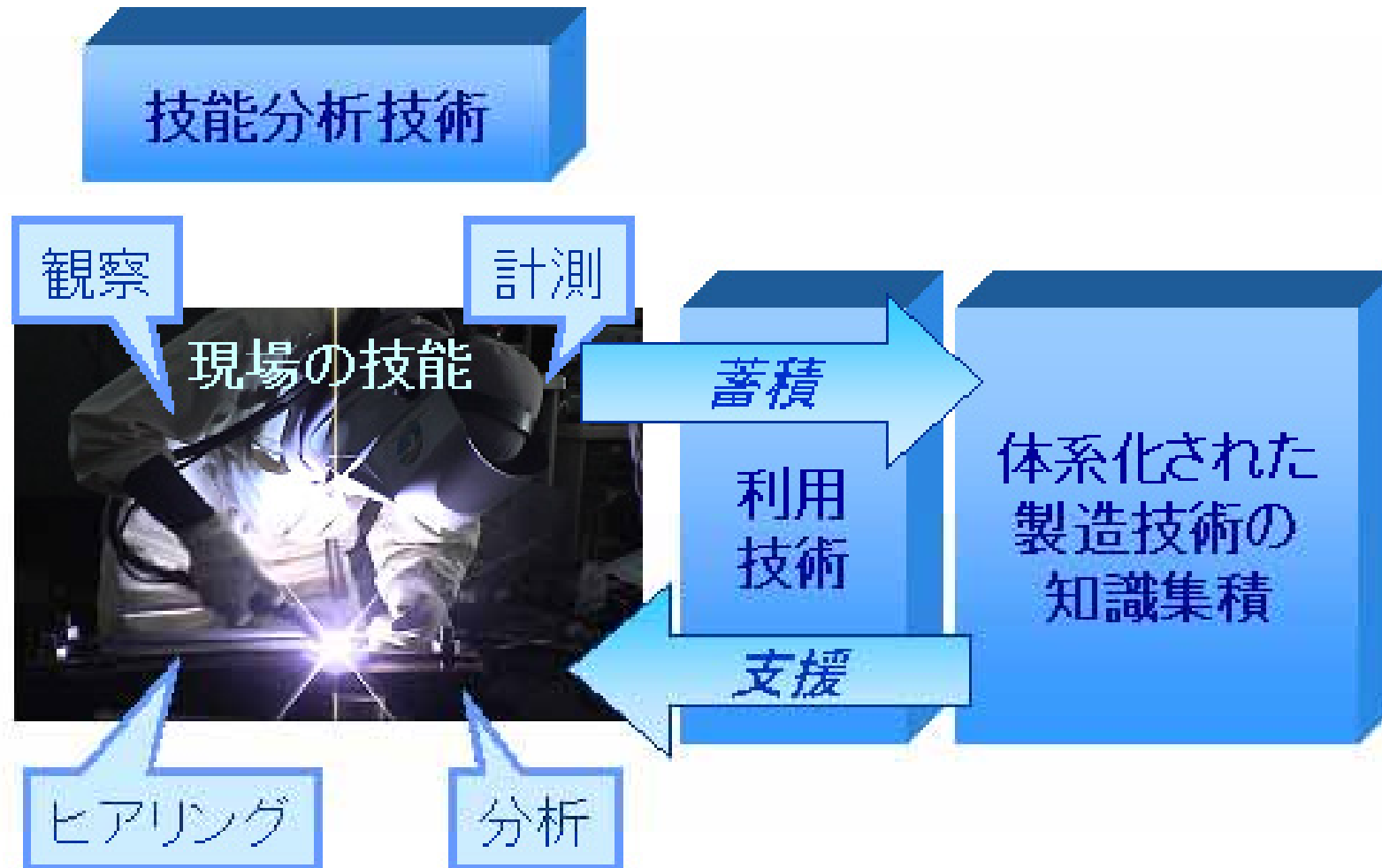
○誰も理由を知らない（未解明）

○誰かは理由を知っている（当人は知らない）

# 熟練技能者の暗黙知と形式知



# デジタルものづくり研究センターの 研究フレームワーク

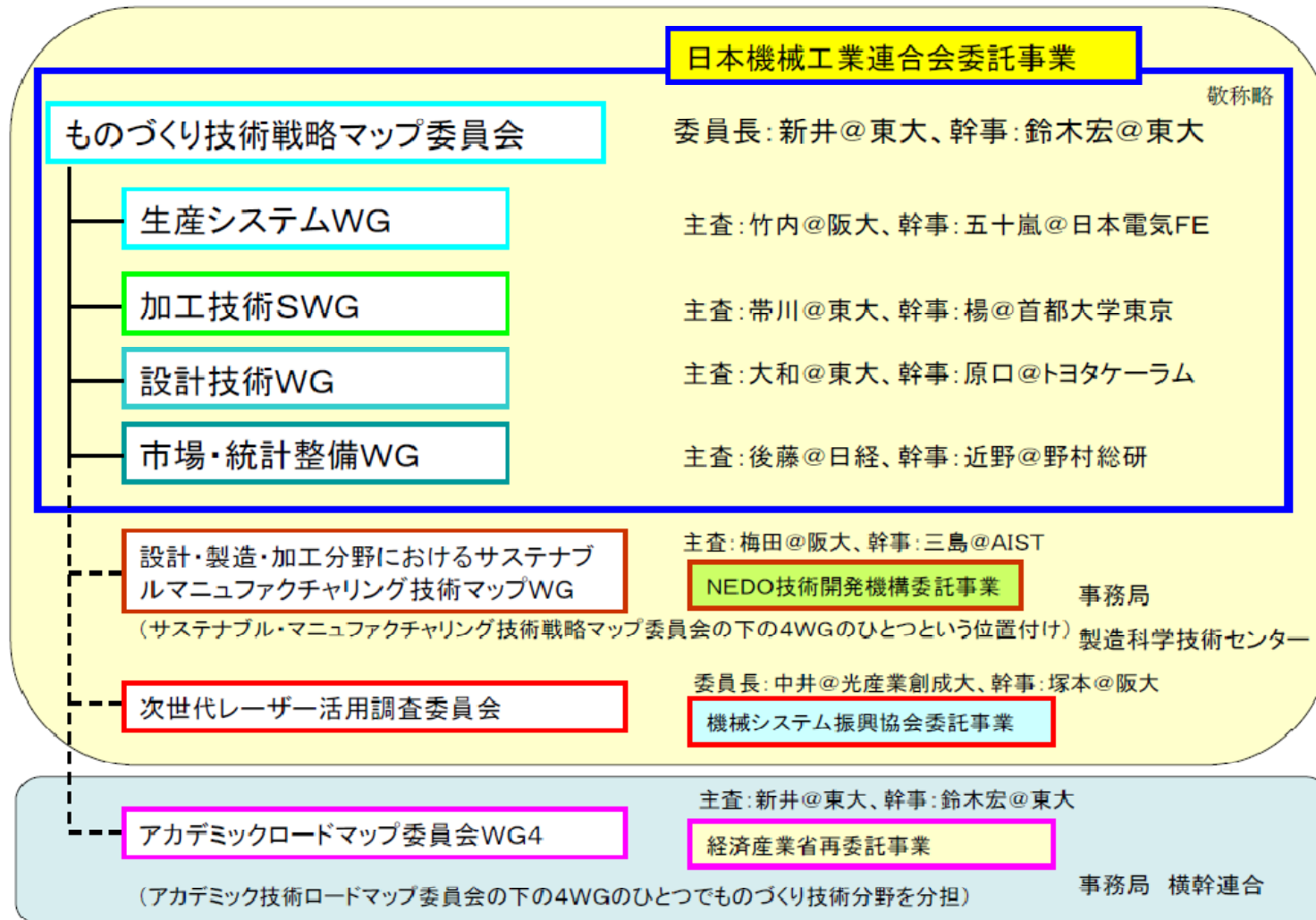


(出所:産業総合研究所HPより(<http://unit.aist.go.jp/dmrc/ci/introduction/greeting.html>))

# ものづくり技術戦略

製造科学技術センターの取り組みから

# 平成19年度ものづくり技術戦略ロードマップ 検討体制



(出所: 製造科学技術センター、平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体形・統計調査報告書より)

# 現物融合技術

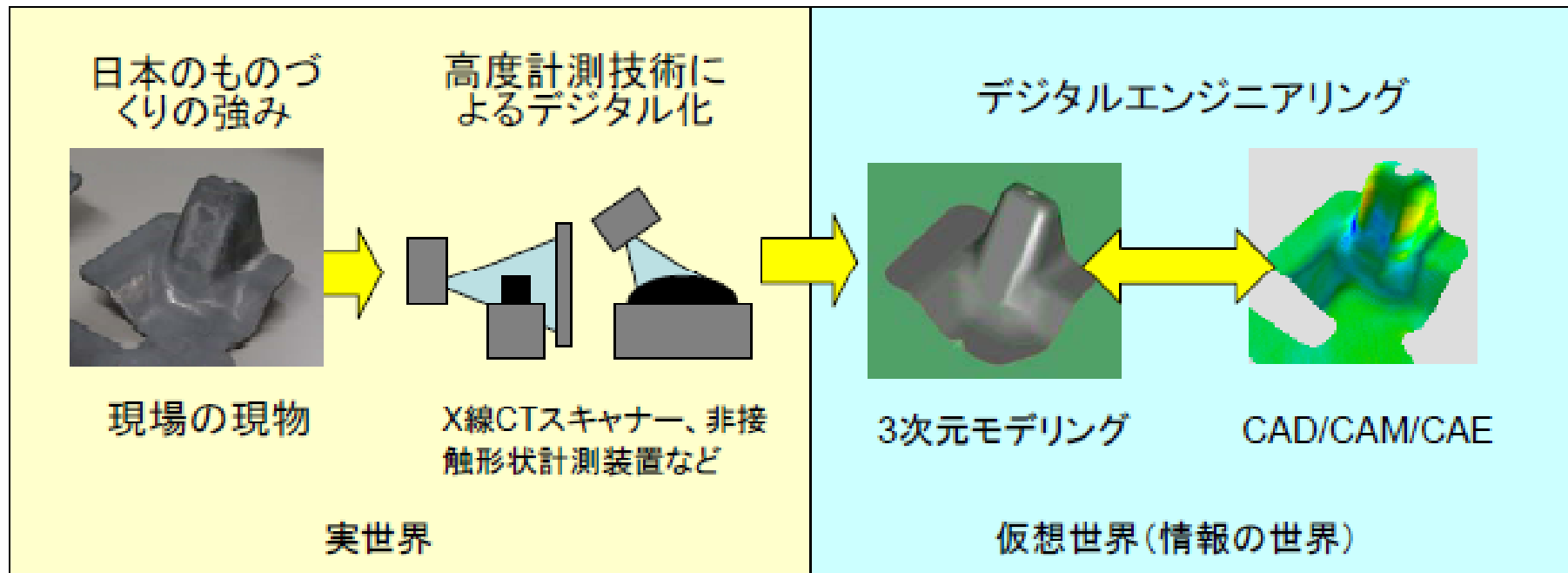
- 従来のデジタルエンジニアリングが、コンピュータの中に設計対象物のモデルを作り、それを活用して仮想製品開発(Virtual Product Development)や仮想製造準備(Virtual Manufacturing)によって、試作品などのモノを作らずに“徹底して仮想化する”ということを経験してきたのに対して、現物融合型エンジニアリングの最大の特徴は、最新の計測技術をベースにして現物の情報をデジタルエンジニアリングに結び付けるという点にある。
- つまり、仮想世界と現実世界とを融合させること

(出所:製造科学技術センター、平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体型・統計調査報告書より)

# 現物融合技術の技術分野

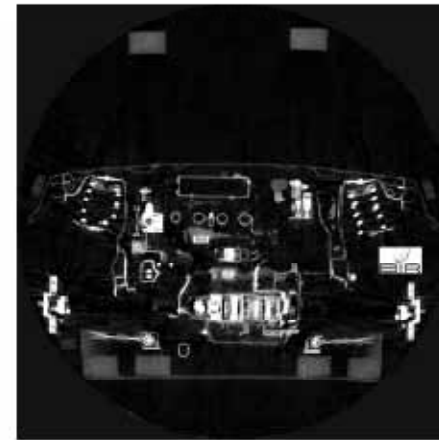
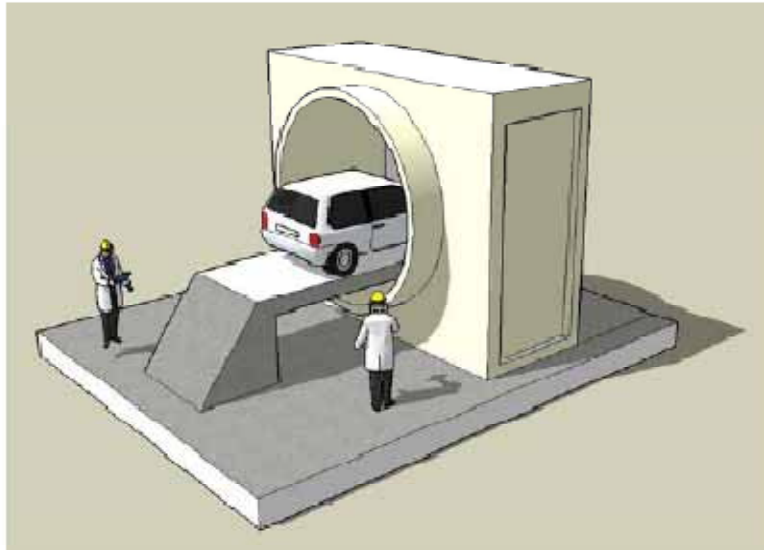
- (1) スキャンデータ処理技術
- (2) モデル処理技術
- (3) モデル活用システム
- (4) 設計支援技術

# スキャン技術とデジタルエンジニアリングの融合



(出所: 製造科学技術センター、平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体型・統計調査報告書より)

# まるごとスキャン技術



(C)BIR社

(出所: 製造科学技術センター、平成19年度次世代社会構造対応型製造技術の体型・統計調査報告書より)

ものづくり→計算工学

# ものづくりと計算工学

2005年	2010年	2015年	2030年～
<b>Better設計技術:</b>		取捨選択 / 集中と選択による効率向上	
3D-CAD: Drawing	デザインCAD	真のComputer-Aided Design	
検証CAE	設計CAE		
最適化手法	設計と最適化手法の融合		
<b>Must設計技術:</b>		機械工学を総動員した <b>Systems Engineering</b> の具体化	
DfX: 個別製品対応	設計手法統合DfX	真のSystems Engineering	
協調設計: 設計インフラ	人間中心協調設計環境		
設計プロセス評価手法	設計プロセスの可視化		
<b>Delight設計技術:</b>		機械工学をコアに多くの工学・社会学・等による <b>Total Design</b>	
設計論: 概念	個別対応設計論	一般化された設計論	
知識応用: テキストベース	知識応用: 形状理解	知識応用: 設計意図理解	
感性: 定量化手法	統合された感性情報	感性情報と物理情報の融合	

JSME技術ロードマップ: 設計技術ロードマップから引用

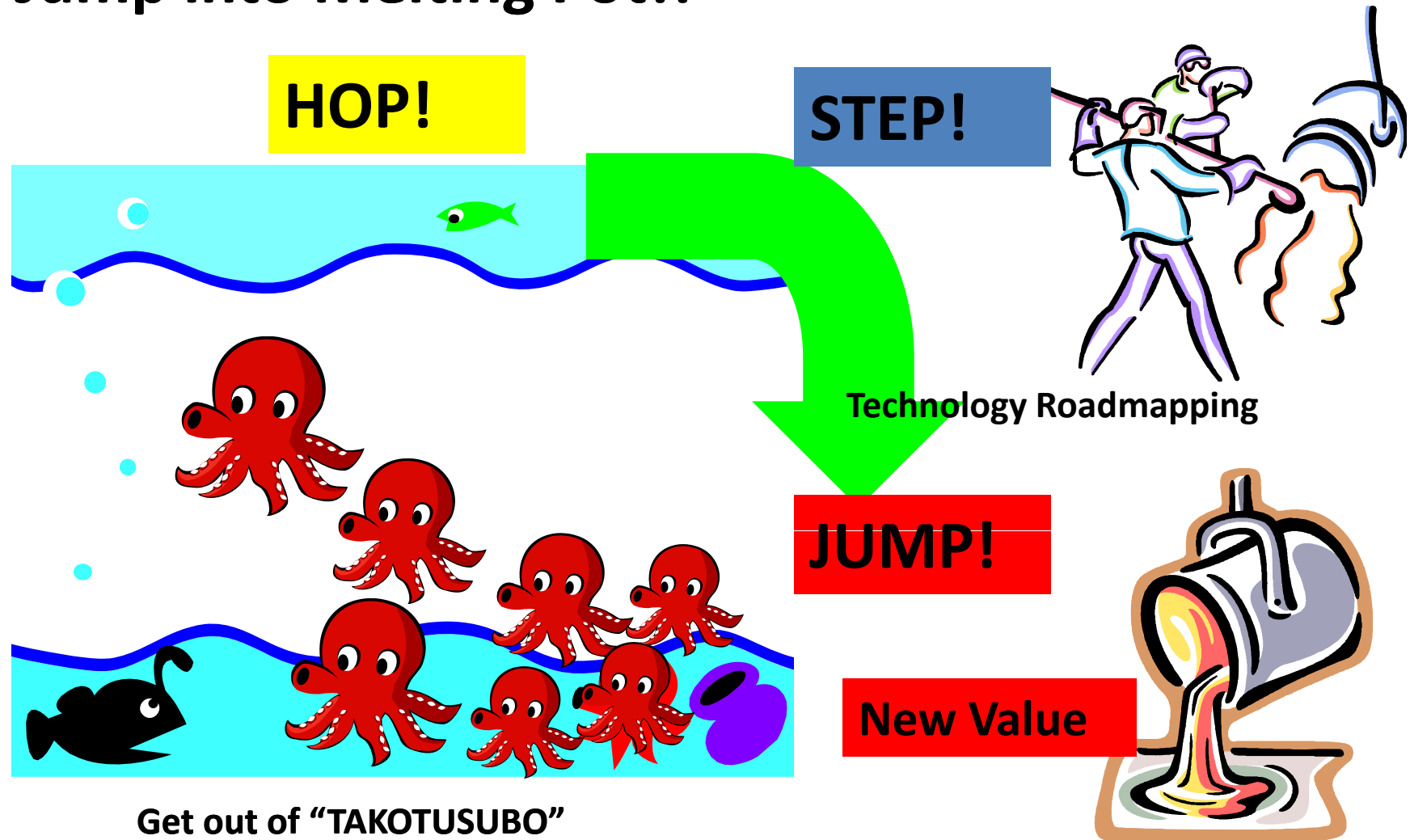
# 乗り越えないとならない大きなハードル

- 縦の専門家と横の専門家がそれぞれタコつぼを形成していて、それぞれが交流を絶っていないか？
- 手段と目的の赤い糸は常に意識されているか（計算工学のための計算工学になってはいないか？）
- 計算工学の手法がまずありきで、その活用方法をあとから考えることが多くなってはいないか（これも当然必要なことです）

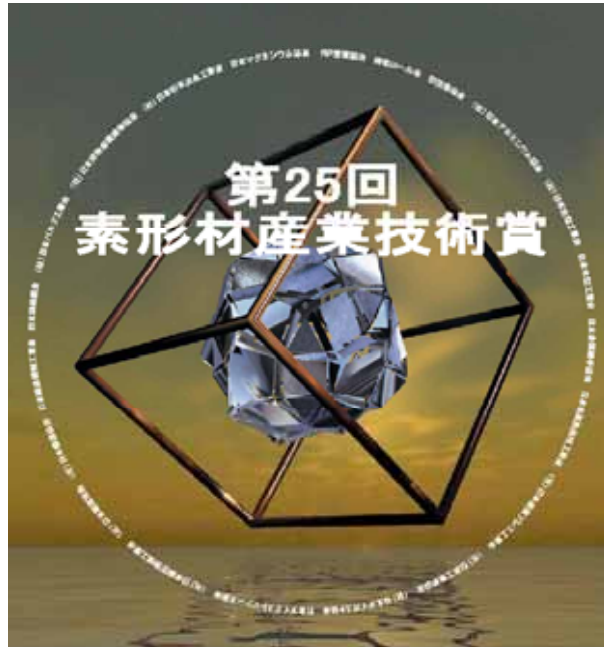
## まとめ(ものづくりの視点から見た計算工学への期待)

- ものづくり国家戦略ビジョンに示されたものづくりの方向性である「脱資源発展国家」実現に向けたものづくりのパラダイムシフトが必要
- ポイントは「資源生産性向上」
- 日本の強い「ものづくり力(科学+技術+技能)」を生かし、世界のものづくり技術のイノベーションセンターに
- この「ものづくり力」×「資源生産性」で「脱資源発展国家」の実現を!
- 科学と現場力は対局的に捉えるのは間違い。
- むしろ現場力をさらなる飛躍をさせるためには、製造現場等の経験と知恵を科学に基づく理論的な知識と融合させる取り組みが大切!
- たこつぼ文化を打破し、異分野技術の融合を!

# Let's get out of "TAKOTSUBO" (Octopus Pot) and Jump into Melting Pot!!



# 「第25回素形材産業技術賞」、「第8回ものづくりコラボレーション表彰」



素形材産業技術賞とは  
 ・製造技術、製造技術、金属プレス技術、粉末冶金技術、型技術、熱処理・表面処理技術  
 ・鍛造機械、鍛造機械、工業炉に関する技術  
 ・素形材及びその製造に密接な関連がある、その他の加工技術、材料技術及びソフトウェア技術等

**第25回 素形材産業技術賞**

●応募資格  
 素形材センターHP(<http://sokeizai.jp>)よりダウンロード

●応募締切 平成21年5月15日(金)

●表彰式 平成21年11月13日(金)

●問い合わせ先  
 〒105-0011 東京都港区芝公園4-6-1 機械振興会館501-3号室  
 財団法人 素形材センター 技術課  
 電話 03-3434-0807 FAX 03-3434-0808  
 e-mail [tech@sokeizai.jp](mailto:tech@sokeizai.jp)

11月は、「素形材月間」です。

## 第8回 ものづくりコラボレーション表彰の募集

「ものづくりコラボレーション表彰」は、素形材技術を使ったものづくりを通し、ものづくりの面白さ、工業技術の醍醐味を実感しながら、素形材の意義性を幅広く地域社会に発信している活動を表彰するものです。

● **表彰対象**  
 ◆素形材技術を使ったものづくりを、地域で連携して行っている活動を対象とします。  
 ◆連携とは、①地域企業間(工業会、工業組合等の業界団体を含みます)、又は②地域企業と学校、大学、国立研究所、または地域企業との間における協力を指します。なお、地域企業が支援、協力している学校等における活動も含みます。  
 ◆1回限りではなく、継続的な活動であることとします。  
 ◆なお、商品の開発・販売・基礎的な研究等を目的とした活動は除きます。

● **応募対象者**  
 ◆ものづくりコラボレーション活動を行っている、企業、学校等(個人または代表者またはグループ長とその代表者も可)

● **応募方法**  
 ◆応募受付期間は2009年4月1日～6月30日  
 ◆応募書類と作品、活動風景等の写真を6月30日までに提出下さい。提出は、電子メールによって応募書類のファイルと作品等の写真のデジタルデータを送付することも可です。  
 なお、写真を郵送する場合は、プリント(12.5×8.8cm以下)で送り下さい。  
 ◆応募書類の提出先：財団法人 素形材センター  
 ものづくりコラボレーション表彰担当 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階  
 ◆応募書類は、素形材センターホームページ <http://sokeizai.jp> に掲載、また、E-mail: [sokeizai@sokeizai.jp](mailto:sokeizai@sokeizai.jp) での問い合わせにも対応致します。  
 ◆応募用紙はセンターホームページよりダウンロードできます。

● **賞状(賞状交付先)**  
 ◆ものづくりコラボレーション大賞  
 ◆素形材センター会賞  
 ◆奨励賞

● **審査**  
 ◆審査委員会を設け、以下の点を総合的に審査して審査します。  
 ◆地域の企業間・学校等が連携し、多くの人が参加している  
 ◆素形材技術が活用された作品が作られている  
 ◆地域社会で評価されている  
 ◆継続的に行われている

● **入賞者発表・表彰**  
 ◆発表・発表結果は、10月頃にご連絡致します。また、受賞企業者の活動報告は月刊「素形材」12月号に掲載致します。(素形材センターホームページでも公表致します。)  
 ◆表彰式：2009年11月13日(金)

● **問い合わせ先**  
 財団法人 素形材センター  
 ものづくりコラボレーション表彰担当  
 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階  
 TEL: 03-3434-0807 FAX: 03-3434-0808  
 E-mail: [sokeizai@sokeizai.jp](mailto:sokeizai@sokeizai.jp) <http://sokeizai.jp>

● **締切**  
 平成21年6月30日(火)

是非とも、この機会にご応募くださいますようお願い申し上げます。  
 詳細は下記のホームページをご覧ください。

[http://sokeizai.jp/japanese/topics/monozukuri\\_award2009\\_0401.html](http://sokeizai.jp/japanese/topics/monozukuri_award2009_0401.html)

**ご静聴ありがとうございました**