

社会にインパクトある研究

F. 生命と宇宙が拓く交感する未来へ



F1 生命の奇跡



いのち 生命の奇跡のプロセス に学ぶイノベーション



プロジェクト理念

三十数億年前地球上に生命が誕生して以来多種多様な生命体が、それぞれの環境に適応する形で、また、時には環境をも大きく変えたなかで生存・繁栄してきた。**生命体は、最小限のエネルギーを使って、分子から精緻な高次構造を有する細胞、個体、群体レベルまでの相互に協調した機能集合体を形成し、かつ効率的な再利用により世代をも交代する奇跡的なシステム**である。

また、DNAが遺伝子の本体であることが20世紀の中頃に発見されて以来、生命科学分野のテクノロジーは級数的な進歩を遂げ、長く閉ざされていた生命宇宙の神秘の扉を開き始めている。**最小エネルギー消費プロセスに基づく協調した精良な機能を具える精緻でしなやかな分子 — そして組織 — の自己集合化、さらにその機能制御、分解制御など生命が有する新たな驚くべき仕組み**が日々発見され、**生命のいわゆる秘儀 (mysterium)** とも言うべきものこそが、我々の営みを革新する豊饒なアイデアを提供してくれることが明らかになってきた。

最小限のエネルギーを使って、精緻な構造と協働した高次な機能を作りだし、再利用と再生に長けたこの生命の秘儀に学ぶことは、**生命への理解を深めると同時に、環境負荷が少なく精緻な新しいものづくりの分野を開拓すること**につながる。現に、日本を含めたものづくり先進国では、その成長を回復させ今後更に発展させることが課題となっており、その課題解決に向けてこの**最小の環境負荷プロセスによる“ものづくり”を礎とする革新的イノベーション**はきわめて有用である。

プロジェクト理念



東北大学には、生命科学研究科を中心に、多様なライフサイエンスに関わる研究者が所属しているだけでなく、工学系をはじめとしたものづくりには長年の伝統と実績がある。この特徴と実績をいかし、**多種多様な生命体が有する様々な能力、機能、働きのメカニズムと、多彩な奇跡のプロセスを真摯に解明し、そのプロセスを継続的に探索することで、従来の概念をも超えた多目的最適化や極低エネルギーによる新たなものづくりと再利用と再生に基づく資源の有効利用と環境負荷を限りなく軽減した基幹産業の創出**を促し、様々な地球規模的な課題を解決することが可能になる。

本プロジェクトでは、生命の奇跡のプロセスに学びそれを取り入れて、生命科学と工学とが一堂に会することで、その連携が実を挙げる仕組みを作り「**ネオバイオミメティクス (新たな生物模倣)**」^{※1}ならびに「**ネオバイオレメディエーション (再利用・再生を考えた新たな生物学的環境修復)**」^{※2}を両輪とし、バイオプロセスに啓発された健康・医療、環境保全、建築、エネルギー、ロボティクス、マイクロマシーン、人工知能等の様々な分野における新たなイノベーションの創出を産業界とともに実現する。このようなイノベーション創出の作業は、同時に、「**生命の宇宙観**」を求めて**生命科学の新たな使命と可能性を切り拓くもの**と確信する。

※1 ネオバイオミメティクス (neo-biomimetics) は、極めて優れた生物の機能ならびに相互に協調・協働するその構造に創発された最先端生物模倣デザインを、最先端の技術を駆使し、バイオプロセスに啓発された極低エネルギーによる”ものづくり”であり、工学や材料科学、医学などの様々な分野における新たなものづくりを目指す取組。

※2 ネオバイオレメディエーション (neo-bioremediation) は、新規の微生物や菌類、植物、あるいはそれらの酵素を複合的に利用するとともに、生物が広く有する分解と再利用・再生のプロセスを学び、それら触媒反応などを人工的に再現することを通じて、近未来の次世代環境をも修復する取組。

プロジェクト概要



1 社会的課題

現代社会のものづくりでは、生産の過程で膨大なエネルギーを消費してきた。持続可能性が大きな課題となっており、今までの方法論の限界が指摘されている。このため、最小の環境負荷でものづくりをする大きなブレークスルーが求められている。

2 解決の方法

生命は膨大なエネルギーを使わなくとも最小の環境負荷で効率的なものづくりをしてきた。本プロジェクトでは、これら**生命の秘儀 (mysterium)** をものづくりのプロセスに導入することで、**環境にやさしく持続可能なものづくりを創造**することを目指す。具体的には、バイオプロセスを学んで生産プロセスを変革する(1) **ネオバイオミメティクス**、環境修復を行う(2) **ネオバイオレメディエーション**を両輪とした**ネオバイオプロダクション**を構築し、それらを担う好奇心豊かな次世代の育成を実施する。

3 東北大学の強み

東北大学の生命科学研究は90年以上続いており、幅広いレベルで多様な生物種を対象に研究を行ってきた。また、実学尊重の理念のもと、材料科学を中心に社会に貢献する工学的な研究が行われ、医工など融合的研究の素地もある。現象のプロセスを解明する研究や、人材育成の実績も蓄積されており、プロジェクトを実現する環境が整っている。

4 プロジェクトの効果

ネオバイオミメティクスを通じて、**ものづくりにブレークスルーをもたらすイノベーションを創出**し、ネオバイオレメディエーションを通じて汚染のない**持続可能社会の構築**に貢献する。さらに、それらの研究の過程でバイオプロセスへの理解を深め、宇宙形成を包含する**新しい「生命の宇宙感」を創出**する。

5 組織体制

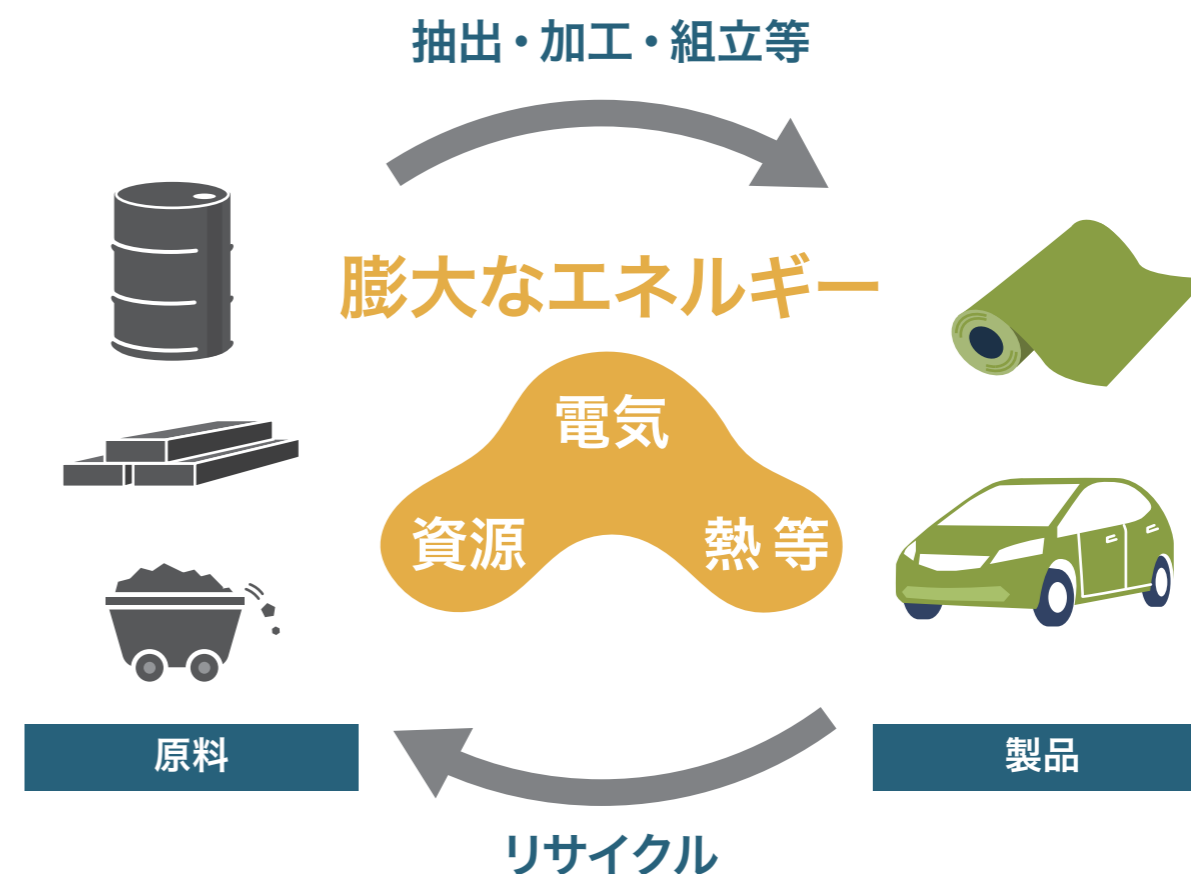
学内の様々な部局、研究所の構成員から成る**アプライドバイオプロセスセンター**（生命科学研究科内設置）を中心とし、社会にインパクトある研究の他プロジェクトと協力しながらプロジェクトを推進する。また、他大学や企業、自治体と連携し、実装していく。

現代のものづくりの課題

高エネルギーなものづくり

- 現代のものづくりでは膨大なエネルギーを消費して製品生産やそのリサイクルを行ってきた。
- 資源に限りがあるなか、地球環境の持続可能性が大きな課題となっている。
- 今までの方法論の限界が指摘されるなか、最小の環境負荷での精緻なものづくりが求められている。

➔ **大きなブレークスルーの必要性**



現代のものづくりプロセスの例

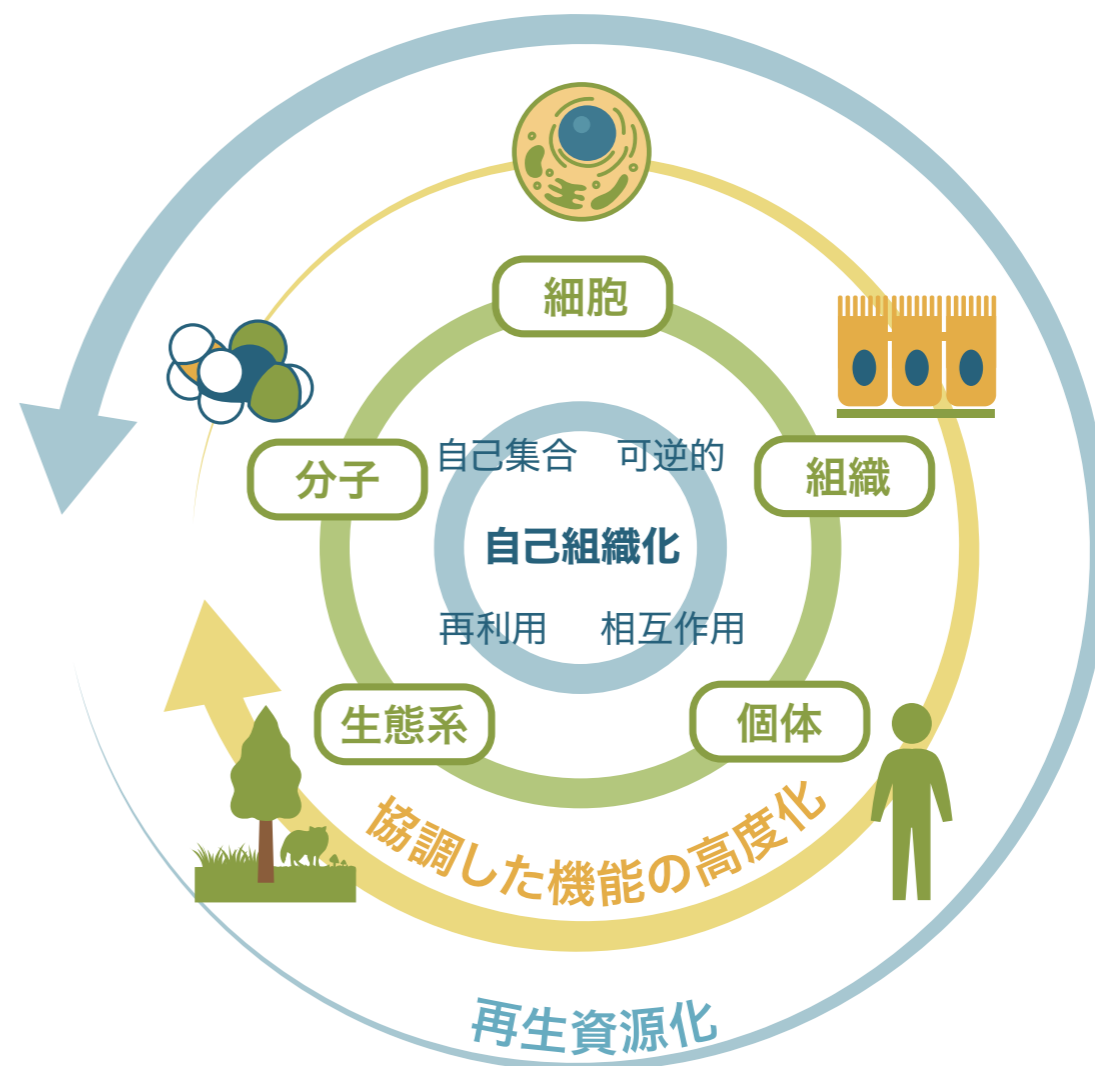
持続可能社会に向け、ブレークスルーが求められる



生命がもつ奇跡的なシステム

低エネルギーなバイオプロセス

- 生命は大きなエネルギーを使わなくとも、自発的に分子、細胞、組織、個体を集合させ、複雑で精緻な秩序と高次な機能を作り出し、世代を超えた再生・再利用を行っている。
- ➔ 情報と構造に基づく協調した優れた機能を創発する自己組織化
- ➔ 分解と再利用に基づく資源化
- = 最小の環境負荷・効率的なものづくり
- これまでの工学思想にはない、生命ならではの宇宙観がある。



生物は最小の環境負荷で精緻な機能を実現

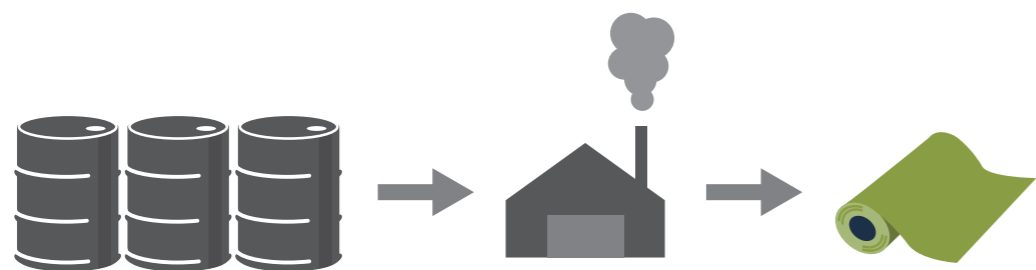
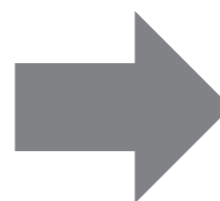
課題解決のコンセプト

これまでの ものづくりのプロセス

- 一元的な目的設定
- 高エネルギープロセス
- 単一・均一な生産条件
- 高コストな維持体制
- 不可逆的なプロセス
- 資源消費と廃棄物排出 等

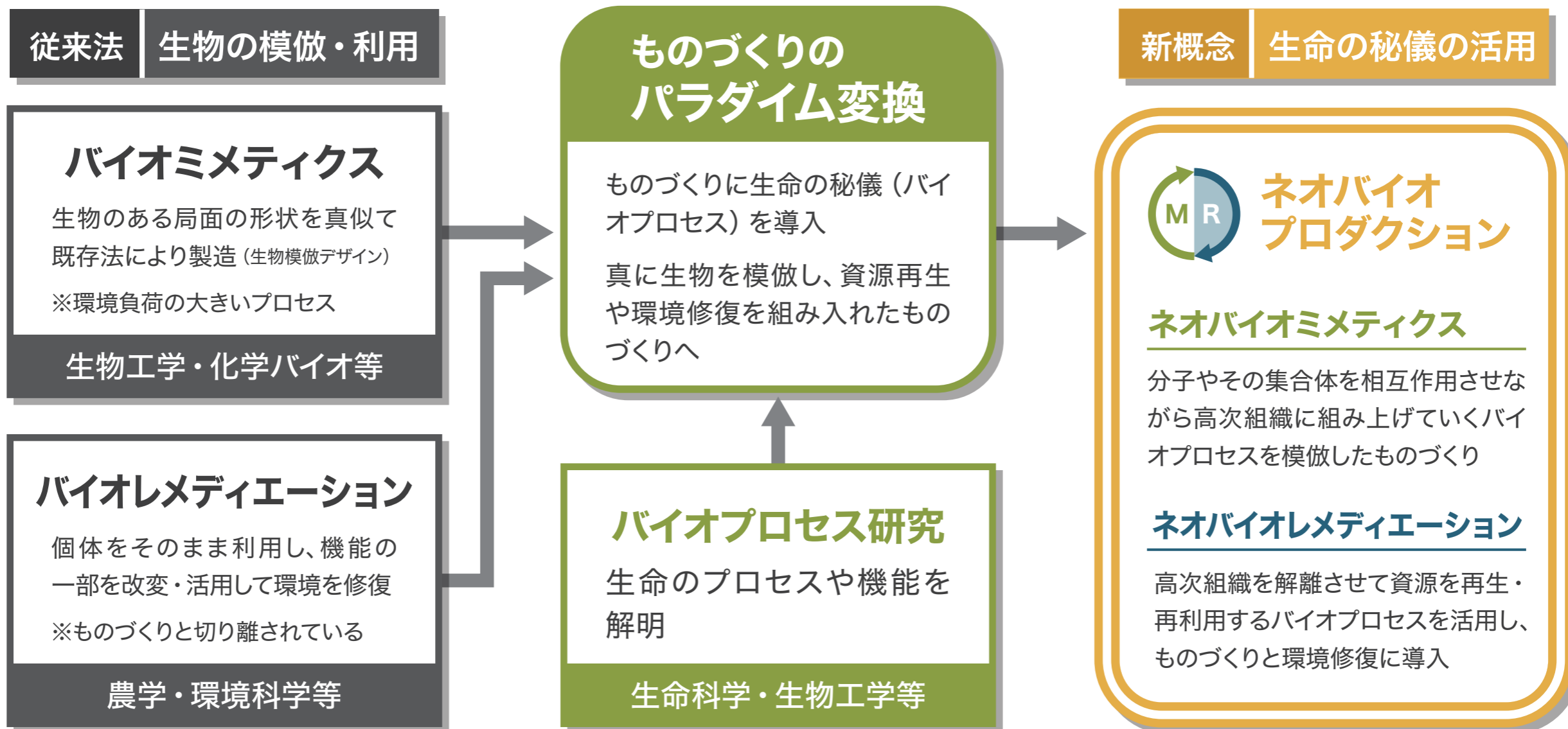
生命の奇跡のプロセスに学ぶ ネオバイオプロダクション

- 多目的最適化
- 低エネルギープロセス
- 多様性・複雑性の活用
- 構造と情報に基づく自己組織化
- 可逆的なプロセス
- 再生・再利用（資源のリサイクル 等）



生命の秘儀をバイオプロセスに啓発された"ものづくり"へ

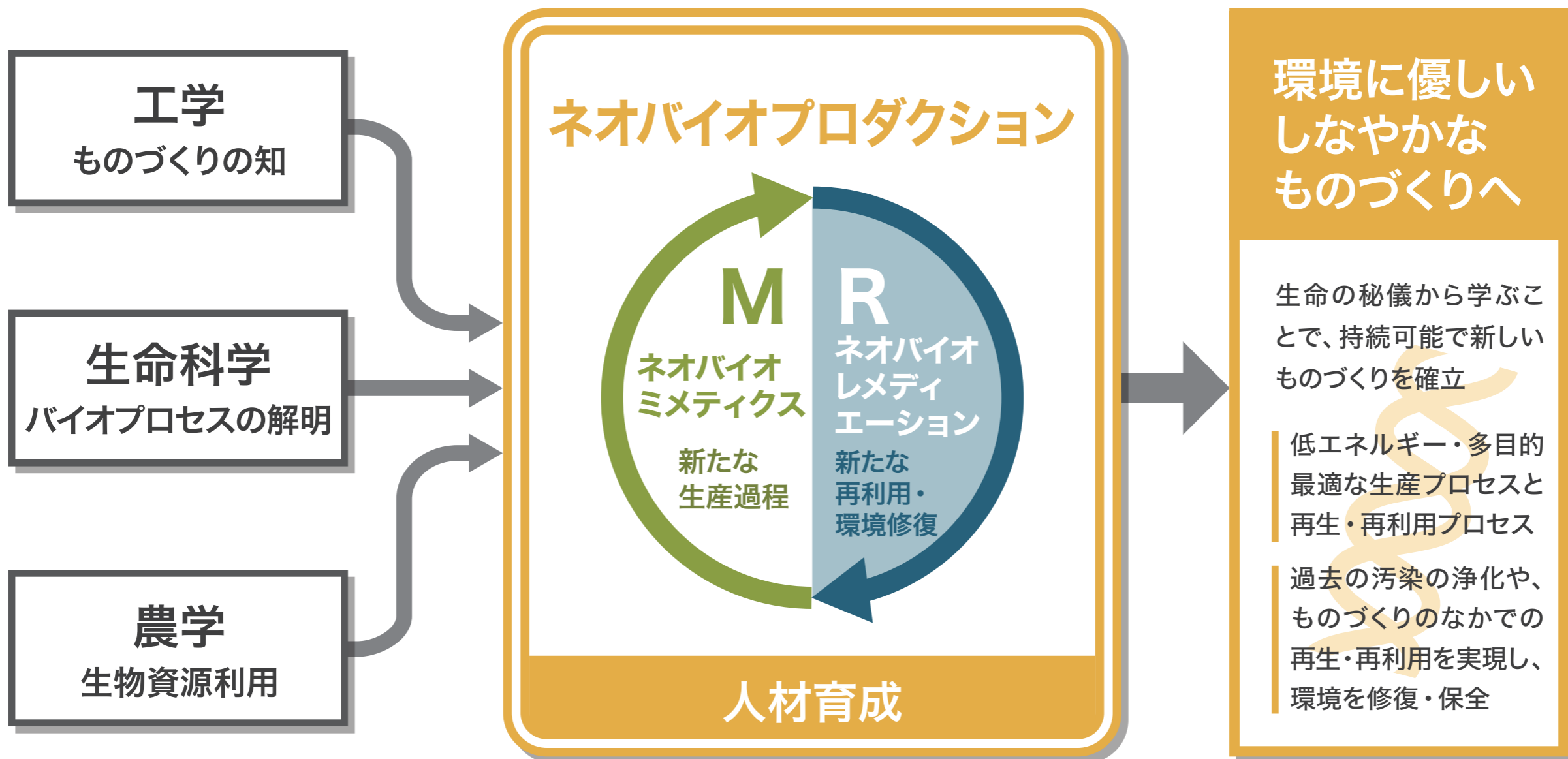
従来分野を越える新たなソリューション



生物模倣デザインからバイオプロセス模倣へのパラダイム転換



課題解決のシナリオ



ネオバイオプロダクションによる "しなやか" な "ものづくり"



ネオバイオプロダクション

ネオバイオミメティクス

バイオプロセスを解明して製品生産プロセスに生かし、新たな生産技術を開発

目標 バイオプロセスを活かした
ものづくりの実現

特徴 分子やその集合体が情報交換・
協調しながら高次構造・組織体
(=機能材料)を形成するプロセスを
模倣したものづくりの構築

従来の生物模倣デザインに加え、バイオプロセスに学ぶ真の生物模倣ものづくりを実現



ネオバイオレメディエーション

再生・再利用のバイオプロセスを理解・活用し、ものづくりに還元するとともに汚染された環境を修復

目標 バイオプロセスを活かした
持続可能環境の構築

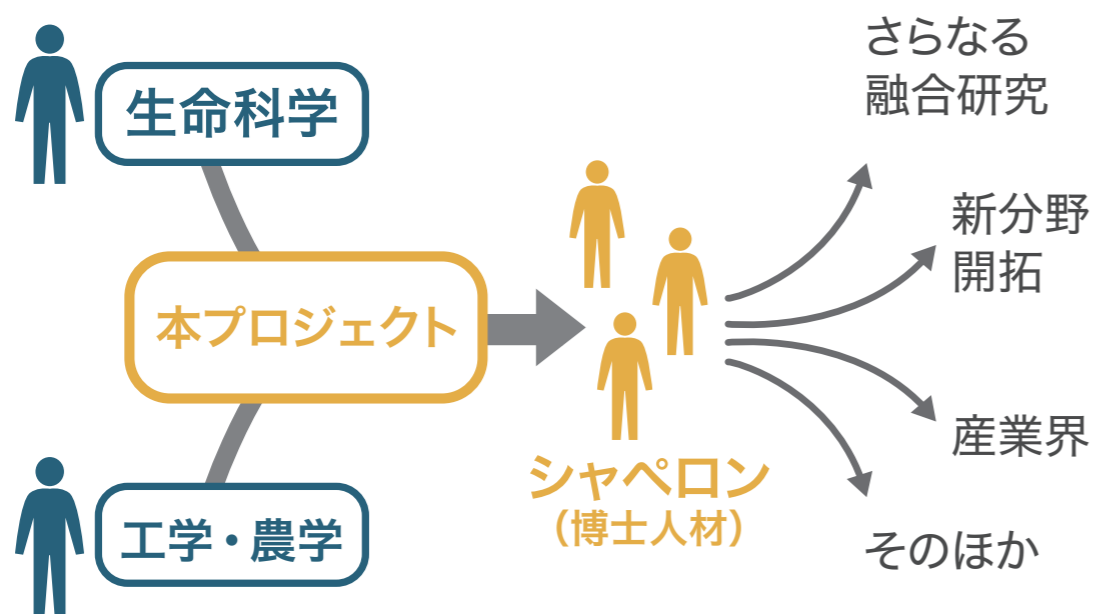
特徴 組織体が一時的に解離するプロセスや
分解・再生等のプロセスの模倣、
多様な生物・酵素の複合的活用

バイオプロセスに基づいた再生・再利用、
環境修復技術をものづくりのなかへ

バイオプロセスを活かし、二つの分野を両輪とする新分野の創生

人材育成

研究人材の育成



分野をつなぐシャペロンの育成

生命科学と工学・農学全体の考え方や価値観を理解し、つなぐことができる好奇心旺盛なシャペロン (博士人材) を育成する

将来世代の育成



生命におけるものづくりへの好奇心喚起

社会に広く生命の秘儀やものづくりの面白さを伝え、好奇心を育成する

好奇心旺盛で、生命科学と工学・農学の融合を促進する人材育成

東北大学の強み



生物学の伝統と実績

歴史ある生命科学研究

1921年に理学部に生物学教室を開設して以来90年以上にわたり研究を蓄積してきた。

多様な生物種の研究人材

代表的なモデル生物のみならず、海産無脊椎動物など多様な生物種を扱っている。

分子、細胞、個体、集団、環境、進化まで、幅広いレベルで研究されている。

工学系の伝統と実績

ものづくりの伝統

東北大学は「実学尊重」を理念に掲げ、社会を変えるものづくりを担ってきた。

世界トップの研究所群

片平キャンパスを中心に、世界トップの材料科学の研究所群を有する。また、異分野融合の実績として、日本で初めて医工学研究科を設立した。

KS磁石鋼、八木・宇田アンテナ、pinダイオード、光ファイバー、垂直磁気記録方式 等

プロセス解明の伝統と実績

現象のプロセスを解明する広く厚い研究層がある。

超臨界研究の拠点、マイクロデバイス、材料科学と数学の連携 等

人材育成の伝統と実績

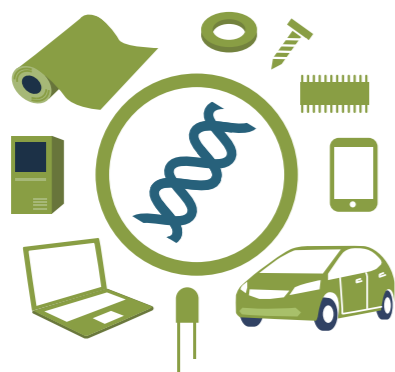
東北大学は「門戸開放」を掲げ人材育成に力を入れてきた。

東洋経済「生徒を伸ばしてくれる大学」ランキング第一位(2017年)
高校生対象の「科学者の卵養成講座」の開催 等

生命科学と工学を融合し、人材育成を推進する環境が整っている

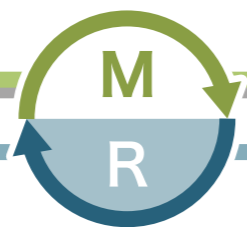


プロジェクトの効果



ブレークスルーに基づく イノベーション創出

ネオバイオミメティクスを通じ、多様で柔軟、最小エネルギープロセスによる新たな製品生産を実現する



持続可能社会への貢献

ネオバイオレメディエーションを通じ、再生・再利用による資源の有効活用と環境修復を行い、持続可能なものづくりを実現する

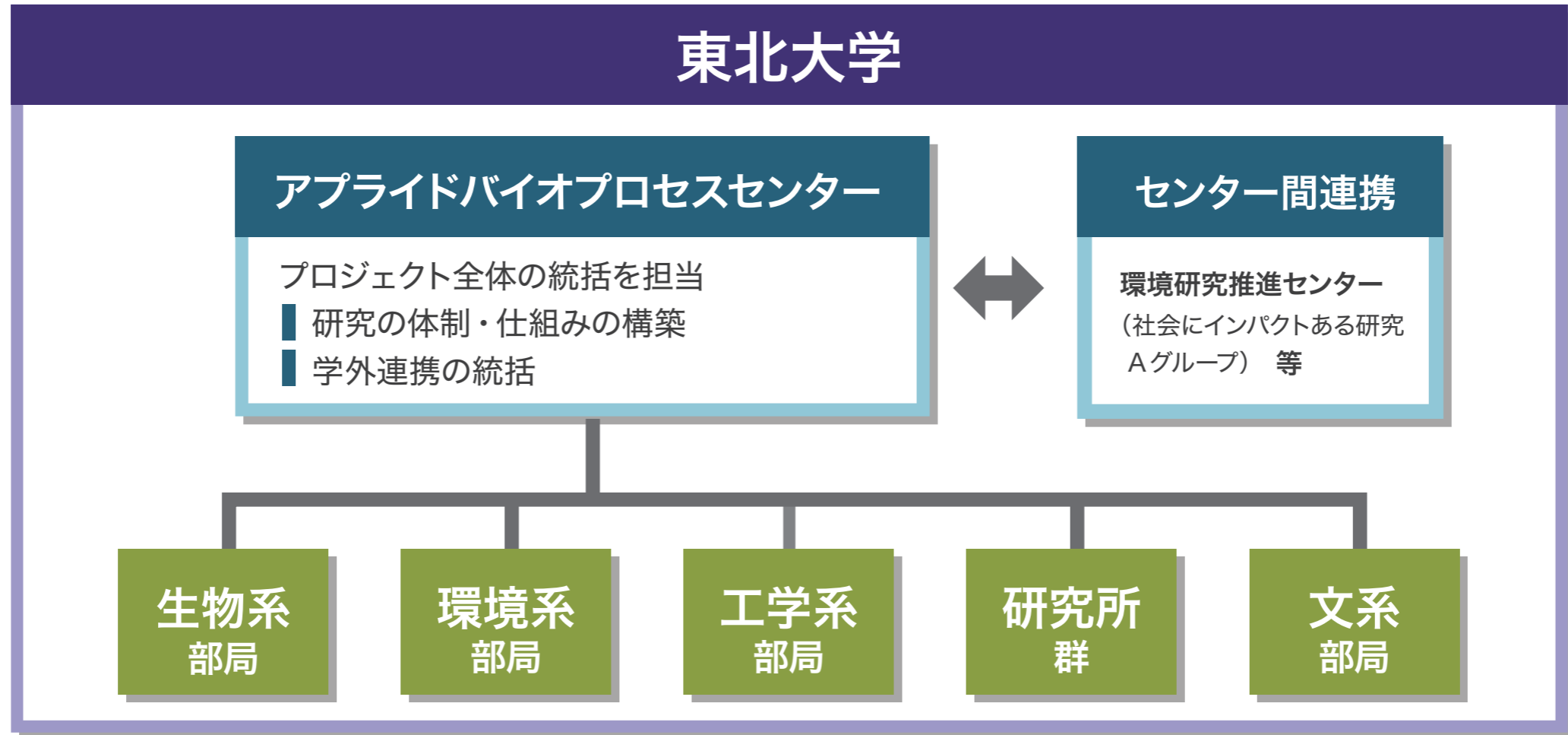
「生命の宇宙観」の創出



バイオプロセスに学ぶなかで、宇宙形成を包含する新しい「生命の宇宙観」を創出する

生命の秘儀に学び、新たな社会を切り拓く

組織体制



ニーズ、支援・投資



シーズ、実装・教育



他大学

企業

自治体

実装の場としての社会

今後のマイルストーン

