

東京大学生産技術研究所
非鉄金属資源循環工学寄付研究部門
(JX金属寄付ユニット)主催
産学連携と人材育成に関するシンポジウム

2024年9月20日
東京大学生産技術研究所
コンベンションホール

非鉄金属製錬業界における産学連携と人材育成の課題 -産・学を経験して-

1. 非鉄金属製錬業界の現況と人材確保
2. 人材育成のための施策例
3. 産学連携と共同研究の問題点
 - 1) 寄付研究・寄付講座等
 - 2) 企業～大学包括連携協定
 - 2) 個別共同研究の考え方の相違
4. まとめ(問題提起)

東京大学生産技術研究所
非鉄金属資源循環工学寄付研究部門
特任教授 黒川 晴正

1. 非鉄金属製錬業界の現況と人材確保

学生志望業界全ランキング(2018年卒)

順位	業界
1	官公庁・公社・団体
2	情報処理・システム開発
3	商社
4	銀行等金融機関
5	食品
6	鉄道・海運・交通
7	医療・福祉
8	各種団体
9	百貨店・スーパー・コンビニ等
10	教育・学習支援

24	農林・水産・鉱業
25	石油・ガラス・ゴム・紙・セラミックス
26	放送業
27	医薬品
28	機械・プラント・エンジニアリング
29	倉庫業
30	建設・工事業
31	化学
32	その他製造業
33	鉄鋼・非鉄金属・金属

出典：就職みらい研究所『就職プロセス調査2018年卒調査報告書』

最近の学生志望業界ランキング上位10業界

順位	業界
1	情報処理・システム開発
2	水産・農林・食品
3	薬品・化粧品
4	官公庁・公社・団体
5	繊維・化学・ゴム・ガラス他
6	電気機器・電気電子部品
7	医療・調剤薬局
8	自動車・輸送機器
9	銀行・証券
10	機械・プラント

出典：マイナビ2024年卒

順位	業界
1	情報・インターネット
2	情報処理・ソフトウェア
3	素材・化学
4	調査・コンサルタント
5	食品・水産
6	建設・住宅・不動産
7	銀行
8	医薬品・医療・化粧品
9	マスコミ
9	電気機器・電気電子部品

出典：NHK2023年卒(元データはディスコ)

理系学生志望業界ランキング上位(2024年卒)

順位	業界
1	情報処理・システム開発
2	紙・パルプ・化学・素材
2	電気機器・電気電子部品
4	通信・ネットワーク
5	医療・福祉
6	機械・プラント
7	水産・農林・食品
8	ゲーム・エンタメ
8	建設・住宅・不動産
10	商社

出典：HRpro

・製造業復活の兆候
・人気業界流動的
・化学系の人気
※調査機関、対象、
業界分類数の差はあり

製造業
非製造業

非鉄金属製錬

・社会での認知度が低い(B2B企業)
・先端産業ではないイメージ
・材料の重要性が認識されていない
⇒学生にとって魅力がなく、**人気が低い**

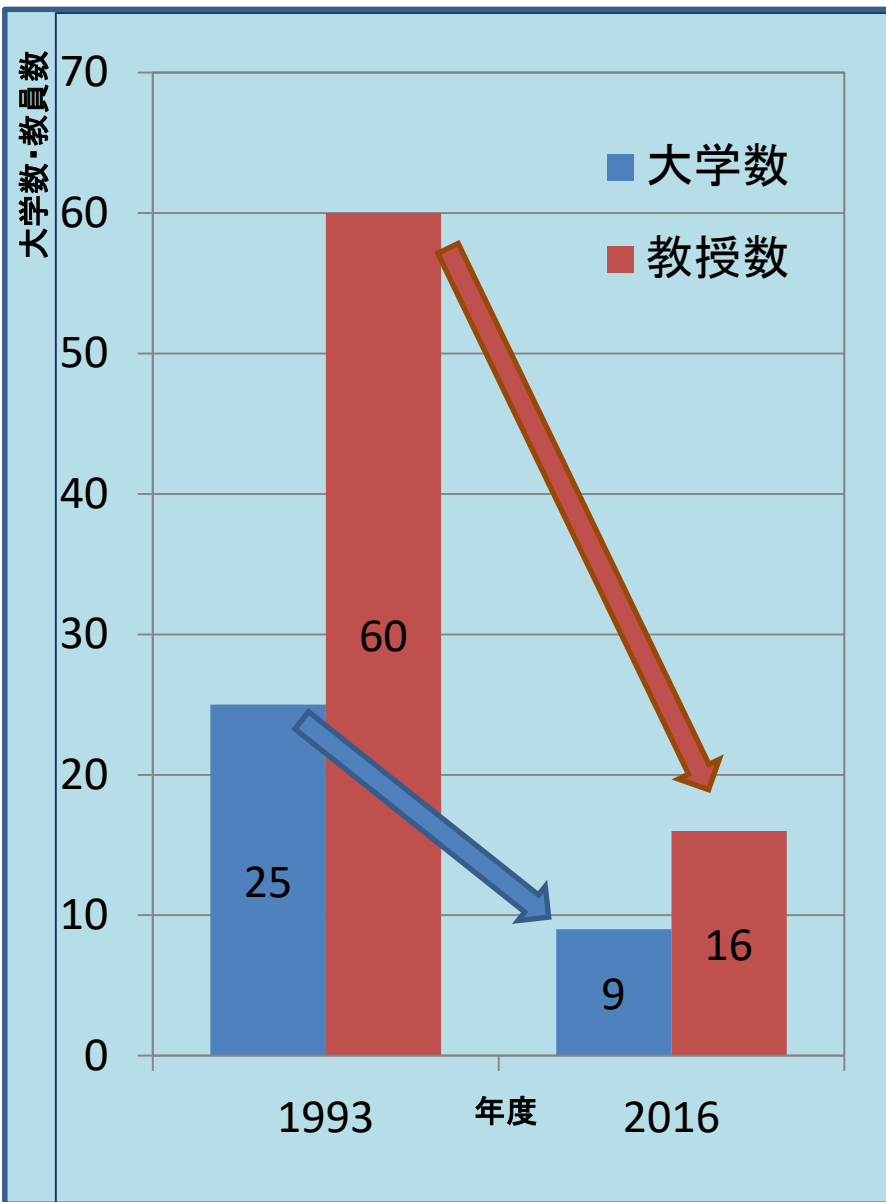
化学・素材系

学生の
評価

・重厚長大
・旧態然の体質
・厳しい工場勤務(徒弟制、大日本帝国陸軍)
・3K職場 のイメージ
by 2023/8/3 菅野智子/大内隆成先生打合せ

・市場規模の大きさ(29.2兆円)
・最先端産業の素材提供という評価

非鉄金属製錬分野を有する大学数と教授数の推移



資源・素材講演集vol.4(2017)No.2(秋季札幌) by 黒川晴正
出典: 日本経済新聞2017年6月28日記事

学問領域の嗜好変化

- ・国内鉱山の閉山、製錬所の減少
世界における国内メタル生産量シェア低下
- ・教員業績評価(教授昇格要件)
論文数、インパクトファクター、研究費獲得額
- ・長い研究期間と多額の研究費
(特に乾式製錬研究)
- ・抜本的なプロセス開発は企業マター



製錬系⇒化学系



資源・製錬を専門とする学部/講座/教授の激減



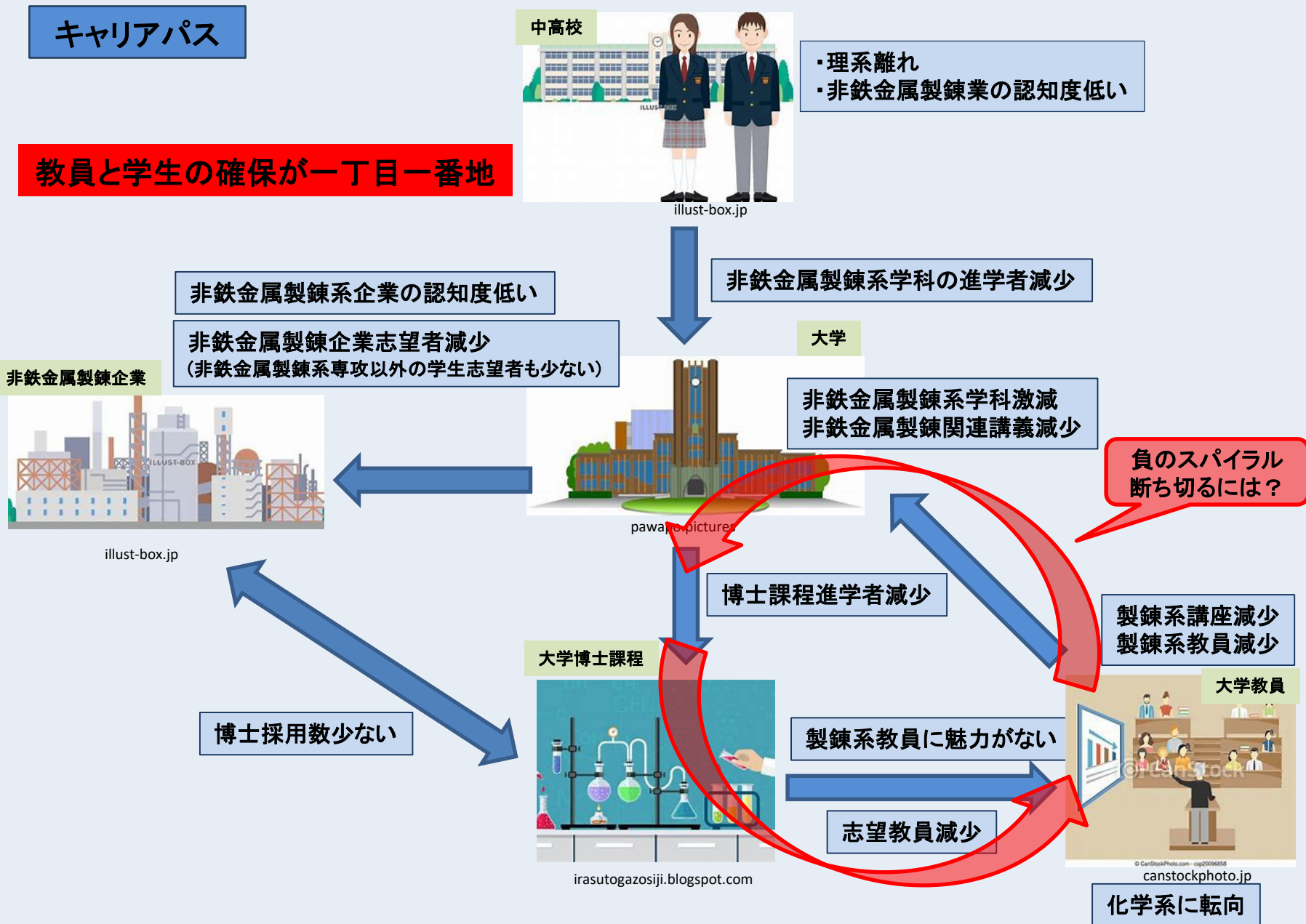
非鉄金属製錬技術者の枯渇



国内非鉄金属製錬業界全体の問題

キャリアパス

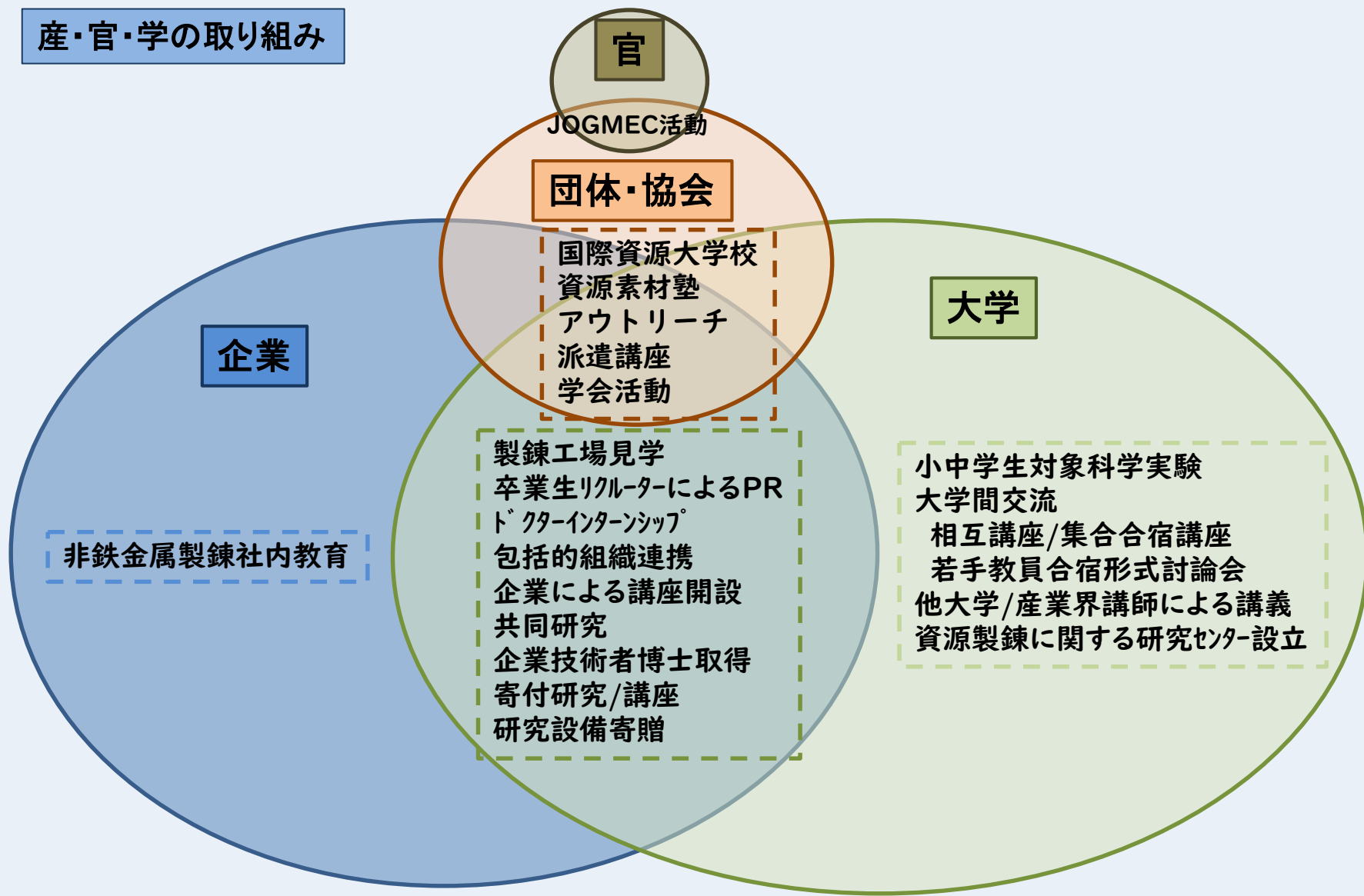
教員と学生の確保が一丁目一番地



2.人材育成のための施策例

人材育成プログラムや産・官・学の相互補完はできているが...

産・官・学の取り組み



- ・製錬系専攻学生の質と量の劣後(講座数、教員数減)
 - ・東大マテリアル工学科※の修士学生に講義した印象
- マテリアル工学科※※は学問分野が広く、製錬系企業が期待する教育を受けていない

※東大マテリアル工学科: 冶金⇒金属⇒マテリアル工学、有機材料・半導体材料を含む材料全般を対象としたマテリアル工学科に統合、2004年からはバイオマテリアル、環境・基盤マテリアル、ナノ・機能マテリアルの3コース制とし、幅広い領域をカバー

※※マテリアル工学: 物理学、化学等の知識を融合して新しい材料やデバイスの設計、そして評価を行う学問

⇒学生のポテンシャル “製錬系専攻学生<非製錬系専攻学生”なら
優秀な非製錬系専攻学生を(うまく言いくるめて)採用、社内教育

各社企業内教育

専門分野を極めた研究者、
異分野の研究者が協力して、
開発するべきでは？

実施項目	取り組み内容
非鉄金属製錬学科卒以外の新入社員教育 最近は上記理由でマテリアル系卒業者にも必要 非鉄金属製錬⇄マテリアル学科	非鉄金属製錬座学(基礎+応用)+実践教育
モチベーション	社会人ドクター、海外研修/留学
生産と研究	生産現場と研究所経験

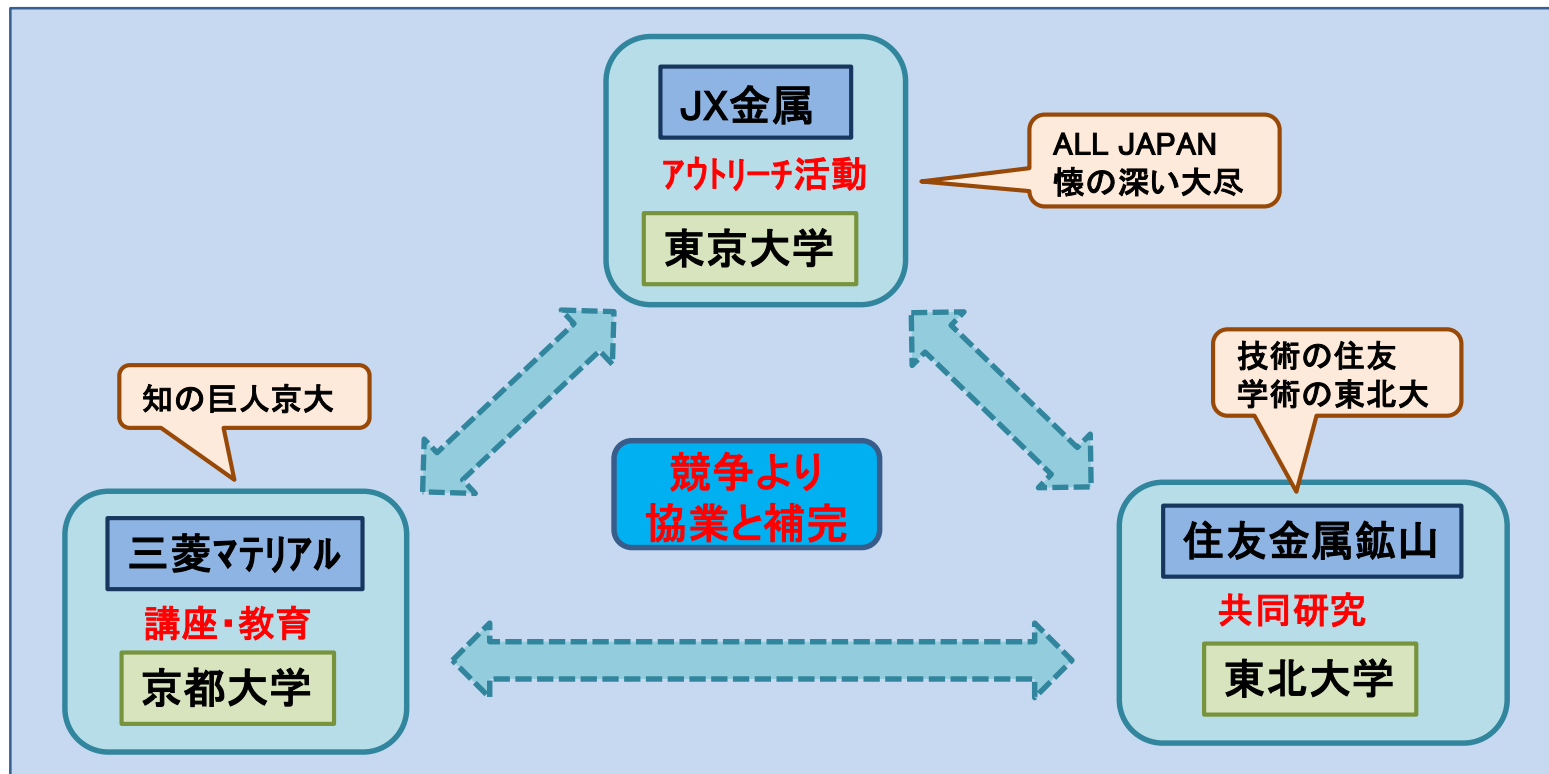
3. 産学連携と共同研究の問題点

1) 寄付研究・寄付講座等

	JX金属(株)	三菱マテリアル(株)
大学部門	東京大学 生産技術研究所	京都大学 大学院 工学研究科
講座名	非鉄金属資源循環工学寄付研究部門(寄付ユニット)	非鉄製錬学(寄付講座)
目的	非鉄金属産業 活性化 “非鉄金属産業の重要さ” 認知度向上	・研究者/技術者育成とリサイクル技術の発展 ・ 人材の育成
期間	2012年1月開始 第3期:2022年1月～2026年12月(第3期)	2017年4月開始 2022年4月～2027年3月(第2期)
寄付金額	200百万円/5年(40百万円/年)	150百万円/5年(30百万円/年)
主な活動	・資源循環とリサイクル関連の研究/ 人材育成 研究テーマは指定せず、特任教授が自由に設定 ・ 小中学生向けや一般向けのアウトリーチ ・SDGs諸活動やSTEAM教育に注力して、 若年層へ非鉄金属産業の重要性/楽しさPR	・学生向けの講義やセミナー ・ 高校生対象のアウトリーチ ・非鉄製錬の基礎研究 ・ 社会人Web講座 ・製錬関係者(若手研究者、教員)討論会
	住友金属鉱山(株)	DOWA(株)
大学部門	東北大学 多元物質科学研究所	秋田大学 国際資源学部
講座名	非鉄金属製錬環境科学研究部門 (住友金属鉱山共同研究ユニット)	リサイクル・ロセシング講座 (寄付講座)
目的	・産学で、次世代非鉄金属製錬業を担う 人材育成 ・非鉄金属製錬業の 社会認知 ・非鉄金属製錬業界全体に 有益な研究	・リサイクルプロセスの開発 ・非鉄金属製錬 人材育成
期間	2018年4月開始 2023年3月～2028年3月(第2期)	2009年開始 2021年4月～2024年3月(第5期)
寄付金額	150百万円/5年(30百万円/年)	
主な活動	・共同研究による 人材育成 と国際競争力アップ ・講義や共同研究を通じた 学生の認知度向上 ・シンポジウム・座談会等での成果の公表 ・ 事業紹介や工場見学の開催	・ 非鉄金属製錬現場見学と報告会

寄付研究・講座と、3者緩やかな連携が望ましい

スキームは異なるも
人材育成という共通目的



- ・非鉄金属製錬関連の講座/教員の維持・拡大支援
- ・非鉄金属製錬学/技術に興味を持つ学生の増加
- ・企業による講義や共同研究を通じた学生への非鉄製錬業の認知度向上
- ・共同シンポジウム/座談会等での成果の公表
- ・非鉄金属製錬各社の事業紹介や工場見学開催による非鉄製錬の魅力のアピール

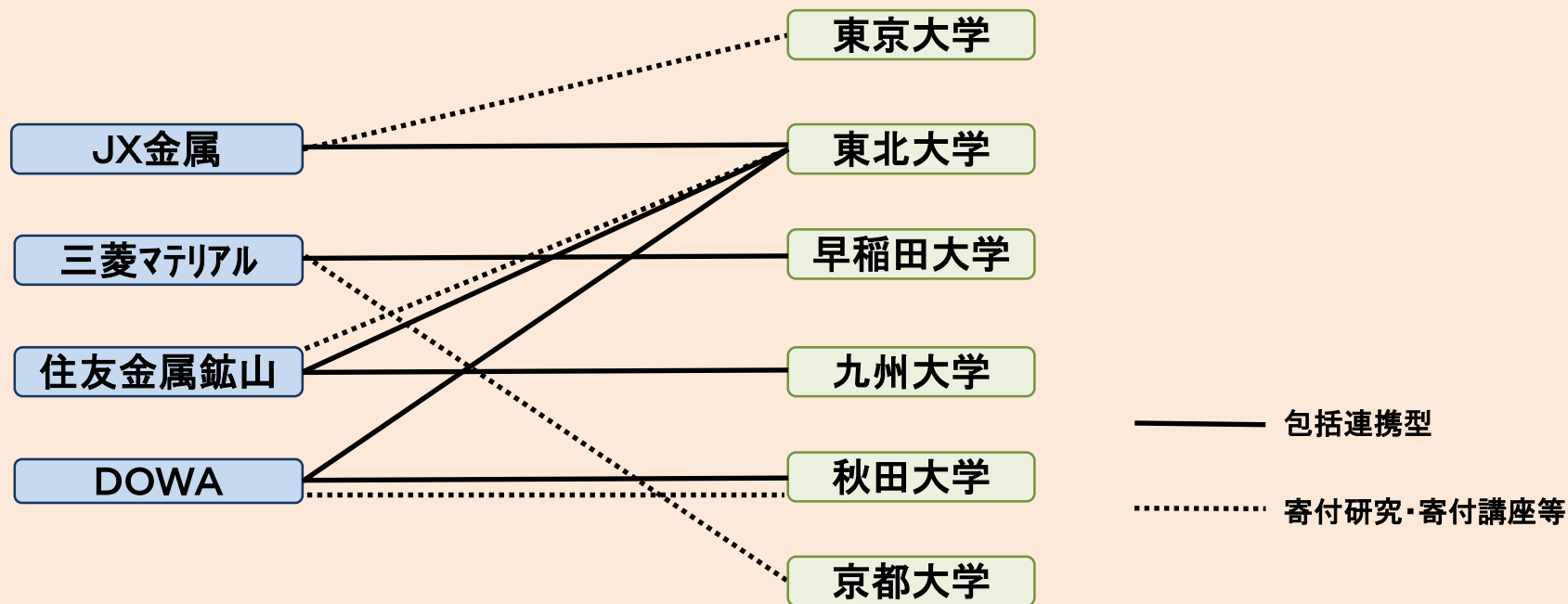
非鉄金属製錬業界を志望する学生の確保

2) 企業～大学包括連携協定※

包括連携協定※: 分野を限定せずに、長期的・安定的な協力関係構築

大学の産学連携部門と企業間で組織包括連携

- ・共同研究テーマ選定や追加・変更の**自由度**
- ・企業ニーズと学内シーズの**マッチング**
フィールドの異なる(若い)教員の関与と非鉄金属製錬への興味惹起
- ・共同研究を通して、若手教員の生産活動理解度向上と、企業若手社員の教育
- ・**産学人材交流**
- ・寄贈・助成等の**大学支援**、適切な共同研究費用
- ・**連携セミナー**、企業出張講座



3) 個別共同研究の考え方(目的)の相違

教員評価順位
 ①学術論文数、②共研獲得金額
 ③特許、④社会実装、⑤人材育成
 ④、⑤の重み付けが低く、客観的
 評価基準がほぼ皆無

	企業	大学
成果物 ※①～④ 優先順位順	① 課題解決 収益に寄与するアウトプット(費用対効果) ② 人材育成	① 人材育成 ② 学術論文数(企業は公表したくないことも) ③ 社会実装 ④ 特許数、共研実績(件数、金額) ※特許の権利割合は問題に
時間軸	短・中期	中・長期
研究費	低額(数十万円の相談コースから数百万円が主流) ・アメリカや中国とオーダーが違う(人件費カウント) ・優秀な研究者が海外流出 ・一方、学は費用に見合った価値を提供できるのか	適正な共研費用は必要 低額ではやっていけないが、無いよりまし (ポスト1名で約8百万円/年のコスト)
企業内部データ	NDA締結するも詳細データは提供したくない 原料、顧客、品質、分析値、環境、ノウハウ...	情報・データ必要だが入手し難い、企業へ遠慮 ※既開示情報へのアクセスと蒐集は優位性
共研研究員	若い研究員や学生は忌避 将来競合企業への就職 経済安全保障	安価な実験要員は学生 (ただし、安いには訳がある)

企業、大学と、一括り(バルク)で語るには無理がある
 企業間/企業内、大学間/大学内でも考え方様々

2024年8月21日 大学の課題 八木/大内先生と意見交換
 2024年8月23日 企業の課題 JX金属中村様と意見交換

その他共同研究問題

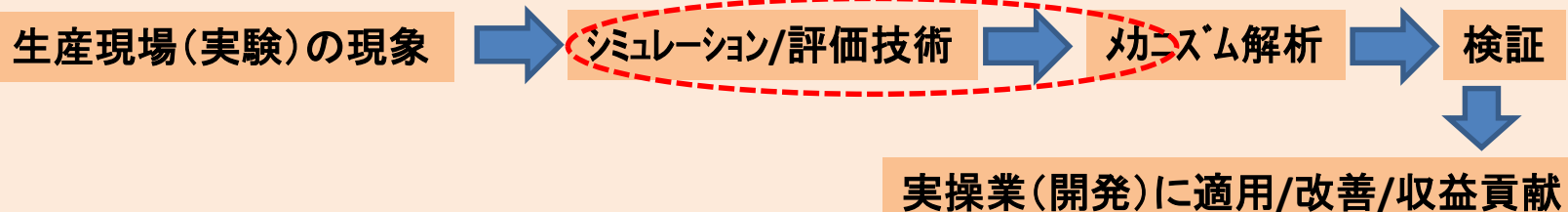
①企業から大学への人材派遣

- ・各社共、優秀な社員数は限定されており、社内でも争奪戦
優秀な社員の年単位の大学派遣は……、研究員に限定
- ・中長期的な視点で人材育成は最重要案件とわかってはいるが……

②企業から大学への期待

- ・プロセス開発/改良/改善等、過大な期待
- ・学問は専門/細分化が進み、狭く深く。工程改善、ましてや新プロセスの開発は無理
民間企業は、事業に関係する分野の開発はより進んでいる
※研究と開発は厳密に区別すべき

共同研究成功事例



- ・そもそも大学の先生がオールマイティの天才で、何でもわかると考えることが妄想？
(私は学生の頃信じていた)
大学に残った同級生を思い起こすと・・・

- ・大学の先生はある特定の分野のスペシャリスト、研究業務(または教育)に秀でたスペシャリスト
大学教授、画家、工匠、音楽家、料理人、大工、スポーツ選手・・・
- ・国内では
大学教授7万人、准教授4万人 計11万人
料理人26万人
社会的ステータスの高いといわれている職業(いわゆるインテリ層)
医師(敬称先生)34万人、弁護士(敬称先生)4.6万人、キャリア官僚1.5万人
上場企業3,800社、執行役員4万人
地方議員(敬称先生)3.2万人



- ・研究(企業は開発)
- ・研究テーマにより、大学の先生とのマッチング/紹介
行き詰ったときには異分野の先生でブレークスルー
- ・学術指導
JX金属寄付ユニットで公開講座？
公開講座、若手から中堅社員まで、講座都度自由選択、Web可等、柔軟に
副次効果として企業をまたがる個人的なつながり
- ・視点を変えたアイデア出し、的外れは想定内・許容、打率1割でOK

③企業の課題

i) 原理原則

- ・まず結果、時間最優先、原理原則追求の優先度下がるも、後付け理論は必要
- ・プロセスの現象面は把握
- ・問題が顕在化したプロセスや新規開発プロセスは、本質的な理解・解析が進んでいる
従来から大きな問題のなかったプロセス(単位工程)は原理原則を追求していない

ii) メカニズム解析・解明

- ・絨毯爆撃でピンポイントの条件を確定、メカニズム解析が後回し、もしくは次の課題解決のため解明せず大きく条件が変わったり、他の開発案件に知見が活用できない、ゼロスタート

iii) 共同研究のマネジメントは一義的に発注者である企業

- 真に必要なテーマでなければ企業側担当者の本気度低下、惰性、学に丸投げ、責任者のフォロー不足

④産産、産学の協業と協力

- ・競合相手はお隣の大国、飲んだ席ではオールジャパンと盛り上がるが、具体的に業界(産学)での共同研究を具体化しようとする、総論賛成各論反対、情報・サンプル秘匿
- ・製錬技術は成熟し、お互い隠してもしょうがない、むしろ協力した方が良いとはわかっているが.....
- ・技術系は同じメンタリティ、生産現場で困っていると助け合うことも多いが.....
各社部門責任者の考え方で一義的に決まる



産学相互補完

- ・学に欠如する規模感、コスト意識⇔産の弱点である原理原則(結果オーライ)

4. まとめ(問題提起)

- 1) 産学連携前に目的・成果物(含時間軸)のコンセンサス・ベクトル合わせ
産・学で異なる下位成果物は各々自由設定
- 2) 産・学の役割分担(特異不得意)明確に、相互補完
- 3) 社会人への学術指導
- 4) 産から学への適正な研究資金支援、学は見合った価値を創造・提供