



MAKE NEW STANDARDS.
東海国立大学機構

第7回 量子技術実用化推進WG
(量子センシング・量子マテリアル(2))

2023.2.1

東海国立大学機構

「量子制御技術 新産業創出拠点」

構想

東海国立大学機構 名古屋大学
工学研究科 有機元素化学研究グループ

教授 山下 誠

トヨタ自動車株式会社 先端材料技術部

平田 裕人

政府が定めた量子技術構想に、本機構が量子「制御」の視点を追加

本ビジョンの3つの基本的考え方

基本的考え方1

量子技術を社会経済システム全体に取り込み、従来型（古典）技術システムとの融合により（ハイブリッド）、我が国の産業の成長機会の創出・社会課題の解決

量子技術

・各技術分野

- ・量子コンピュータ
- ・量子ソフトウェア
- ・量子暗号通信
- ・量子計測・センシング



連携／
一体化

社会経済システム

・各分野の社会経済活動

－創業・医療、材料、金融、エネルギー、生活サービス、交通、物流、工場、安全・安心等

・従来型（古典）技術システム

－AI等の従来型（古典）コンピューティング、Beyond5G等の情報通信、計測・センシング、半導体等

量子技術
を利活用

・基盤的取組

- ・スタートアップ ・量子拠点強化
- ・人材育成・確保 ・知財化・標準化
- ・国際連携／産学官連携 ・アウトリーチ等

基本的考え方3

量子技術を活用した
新産業／スタートアップ企業の
創出・活性化

コンピューティング、センシング、
通信性能の飛躍的向上

社会全体を
トランスフォーメーション

基本的考え方2

量子技術の利活用促進
（量子コンピュータ・通信等のテスト
ベッド整備等）

経済・環境・社会が調和した未来社会（ビジョン）

経済成長
Innovation

人と環境の調和
Sustainability

心豊かな暮らし
Well-being

量子制御による量子科学の革新

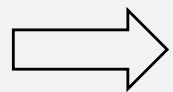
基礎

応用

社会実装

量子1.0

- ・エネルギー準位
- ・核スピン
- ・トンネル効果



- ・蛍光色素
- ・Cd系量子ドット
- ・NMR, MRI

10年後

20-30年後?

- ・量子コンピューター
- ・量子ソフトウェア
- ・医療・診断

量子2.0

- ・量子重ね合わせ
- ・量子もつれ



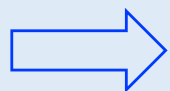
- ・ナダイヤモンドNV
- ・超核偏極



取り組むべき重要技術・研究テーマ

量子状態「制御」

- ・多元素利用
- ・原子配列制御
- ・スピン制御



- ・レアメタル脱却触媒
- ・耐光褪色色素
- ・多元量子ドット
- ・多光子励起



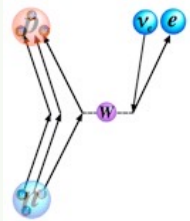
- ・ディスプレイ等電子機器
- ・低環境負荷触媒
- ・次世代太陽電池
- ・生体計測
- ・ライフサイエンス研究の革新

量子制御
技術

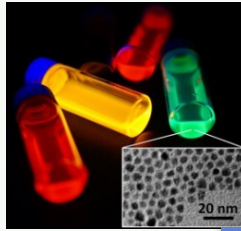
量子制御
理論・計測

新技術
創出

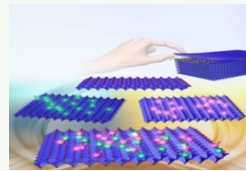
素粒子・中性子



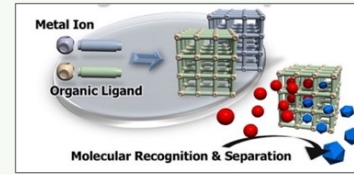
量子ドット



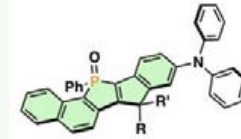
2Dナノシート



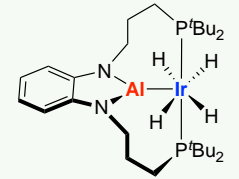
MOF



耐光褪色近赤外色素



分子触媒

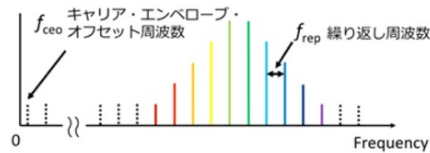


東海国立大学機構・機構長 松尾 清一

名古屋大学・総長 杉山 直

岐阜大学・学長 吉田 和弘

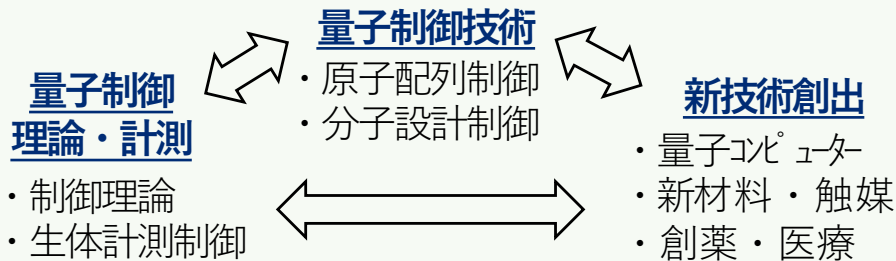
光周波数コム光源



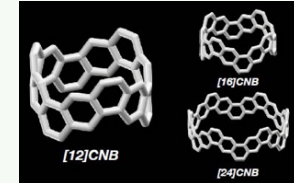
ホログラフィ顕微鏡



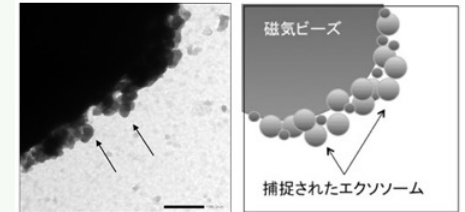
東海国立大学機構 量子制御技術 新産業創出拠点



カーボンナノベルト



細胞外微粒子捕捉



量子技術

- 各技術分野
 - 量子コンピュータ
 - 量子ソフトウェア
 - 量子暗号通信
 - 量子計測・センシング



基盤的取組

- スタートアップ・量子拠点強化
- 人材育成・確保・知財化・標準化
- 国際連携／産学官連携・アウトリーチ等

新材料の提供
精度向上・革新

実応用

社会経済システム

各分野の社会経済活動

- 創薬・医療、材料、金融、エネルギー、生活サービス、交通、物流、工場、安全・安心等

従来型（古典）技術システム

- AI等の従来型（古典）コンピューティング、Beyond5G等の情報通信、計測・センシング、半導体等

量子制御理論・計測

量子制御理論

- 名：ITbM・柳井 (理論化学)
- 名：理・清水 (素粒子・中性子)
- 名：理・北口 (中性子)
- 名：工・西澤 (光量子)

生体計測量子制御

- 名：工・馬場 (量子生命)
- 名：未来・湯川 (量子センサ)
- 名：工・村上 (人工抗体)
- 名：工・清中 (生命分子制御)
- 名：工・高橋 (電気顕微鏡)
- 名：創薬・小坂田 (多光子可視化)
- 名：創薬・大嶋 (ナノ電顕)
- 名：医・和氣 (2光子加グライ)
- 岐：糖鎖研・鈴木 (一分子計測)
- 名：環研・菅波 (代謝)
- 名：環研・山中 (神経)

量子制御技術

分子設計量子制御

- 名：工・山下 (多元素触媒)
- 名：工・忍久保 (高性能有機材料)
- 名：ITbM・山口 (蛍光分子設計)
- 名：ITbM・伊丹 (ナノカーボン)
- 名：理・田中 (分子配列制御)

原子配列量子制御

- 名：工・松田 (MOF)
- 名：工・鳥本 (量子ドット)
- 名：工・牧原 (量子・磁性ドット)
- 名：IMASS・長田 (無機ナノ粒子)
- 岐：工・池田 (ナノ材料)

新技術創出

量子コンピュータ・量子ソフトウェア

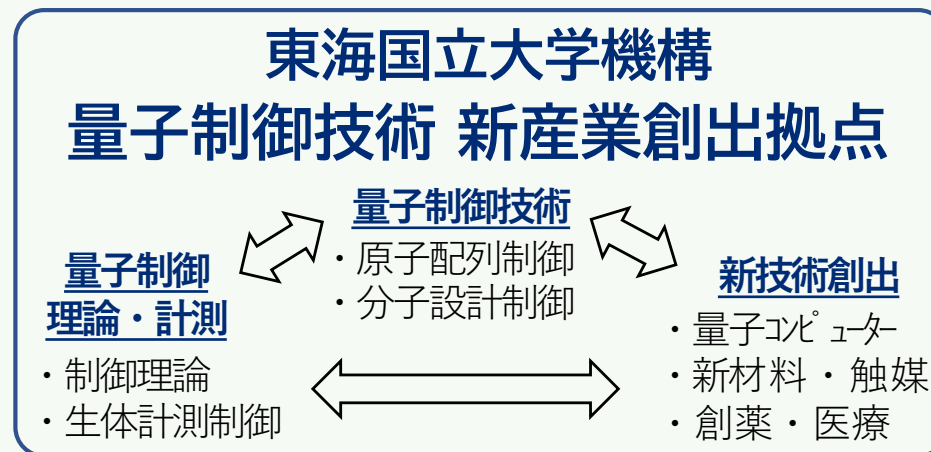
- 名：情報・谷村 (量子基礎論)
- 名：数理・ルガル (量子計算)
- 名：工・田中 (量子エレクトロニクス)
- 名：IMASS・大野 (量子デバイス)

新材料・触媒

- 名：工・鳴瀧 (ナノ材料)
- 名：理・斎藤 (環境調和型触媒)

創薬・医療

- 名：理・阿部 (RNA医薬)
- 名：医・木村・加藤 (免疫)
- 名：医・丸山 (診断・治療)
- 岐：糖鎖研・安藤 (糖鎖)
- 岐：糖鎖研・木塚 (糖鎖)
- 名：医・西川 (がん)
- 岐：医・松尾 (超偏極MRI)



量子技術

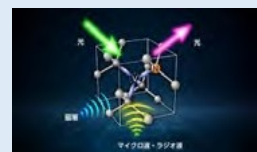
各技術分野

- 量子コンピュータ
- 量子ソフトウェア
- 量子暗号通信
- 量子計測・センシング



基盤的取組

- スタートアップ・量子拠点強化
- 人材育成・確保・知財化・標準化
- 国際連携/産学官連携・アウトリーチ等



新材料の提供
精度向上・革新

実応用

社会経済システム

各分野の社会経済活動

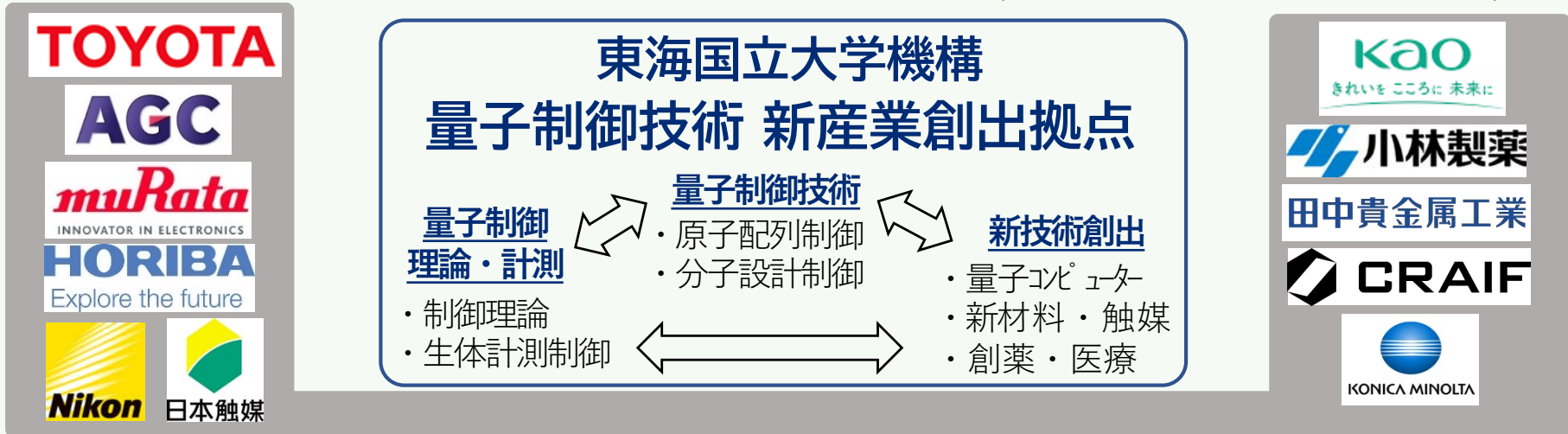
- 創薬・医療、材料、金融、エネルギー、生活サービス、交通、物流、工場、安全・安心等

従来型 (古典) 技術システム

- AI等の従来型 (古典) コンピューティング、Beyond5G等の情報通信、計測・センシング、半導体等

CIRFE (未来エレクトロニクス集積研究センター)
iGCORE (糖鎖生命コア研究拠点)

ITbM (トランスフォーマティブ 生命分子研究所)
RCMS (物質科学国際研究センター)
IRCCS (学際統合物質科学研究機構)



Q-LEAP: 量子生命
Q-LEAP: 量子AI

共創の場: 自動運転
共創の場: エネルギー

マテリアルDXプラットフォーム
日米がんムーンショット

主要施策1: 多元素利用による量子状態「制御」

グループ1

普遍金属触媒・多金属触媒

レアメタルからの脱却

グループ2

多元素を用いる蛍光・発光材料

革新蛍光プローブ開発

グループ3

未開拓の生体窓を利用した生体イメージング

生体イメージング (顕微) 技術の革新

1: 普遍金属触媒・多金属触媒

貴金属触媒 (分子触媒・固体触媒)

- ・ 実用に耐える高選択性と高活性
- ・ 用途に応じた配位子設計が可能

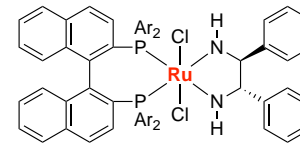
↓ 貴金属元素の枯渇
国際情勢による入手性の難化

普遍金属触媒・多金属触媒

普遍金属への代替、多金属による高機能化
(スピン制御、量子重ね合わせ)

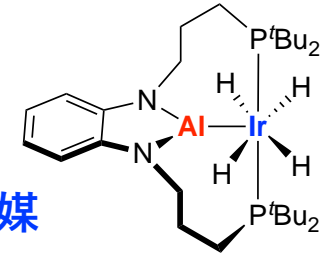


野依良治博士



↓ 量子制御

- ・ 多金属 分子触媒
- ・ 普遍金属・多金属固体触媒



→ 高機能触媒で炭素循環社会へ！

2: 多元素を用いる蛍光・発光材料

従来型蛍光色素

- ・ 有機化学を基盤とした分子設計
- ・ 用途に応じた配位子設計が可能

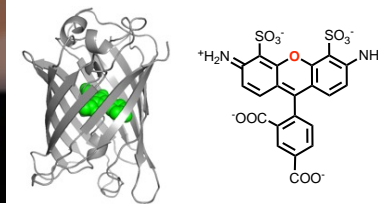
↓ 色素分子が光分解

元素の特性を活かした高機能色素

多元素分子設計による分解の抑制
(スピンもつれ転送)

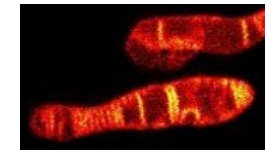
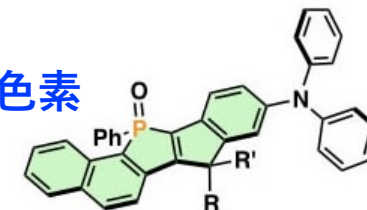


下村脩博士



↓ 量子制御

- ・ 耐光褪色色素



分解能革新

→ 生体现象の新たな理解へ

第一回 量子制御生命研究会

日時：2023年1月12日（木）13:00～20:00
場所：名古屋大学 野依記念学術交流館
演者：和氣 弘明（名大：医・分子細胞学）
小坂田 文隆（名大：創薬・細胞薬効解析）
松尾 政之（岐大：医・放射線医学）
湯川 博（名大：未来社会・ナノライフ）
西澤 典彦（名大：工・電子工学）
清中 茂樹（名大：工・生命分子工学）

学生口頭発表：4名
ポスター発表：44名（うち学生38名）
参加者：71名



東海国立大学機構の量子拠点の特徴

量子技術 × 東海国立大学機構の強み = 医療・診断・新材料
= 化学 = 多元素を活かす = 炭素循環社会

未来社会における量子技術によって創出される価値（量子技術活用イメージ）



Designed by macrovector / Freepik 5

⇒ 社会経済システムにおける量子技術実装を劇的に加速

量子マテリアルが創出する新たな価値



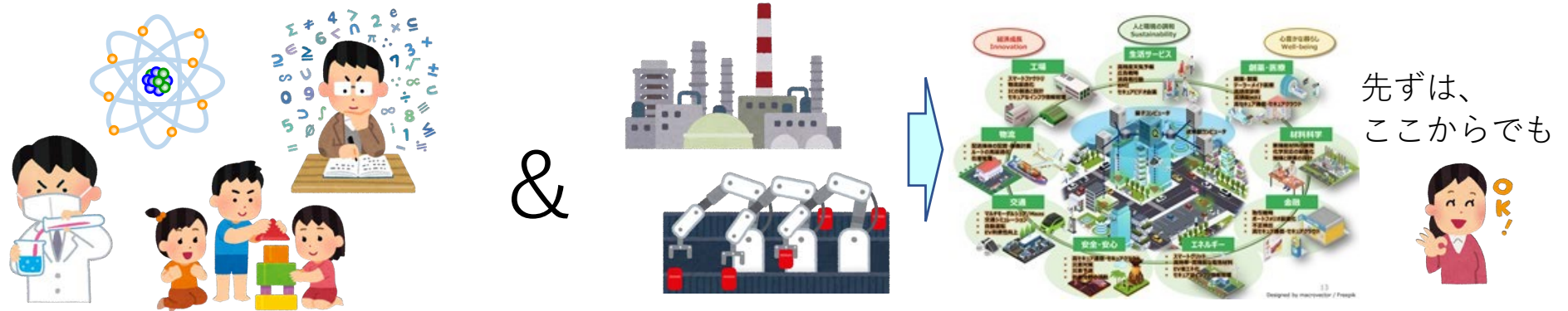
研究対象とする量子技術領域

高効率エネルギー変換

<p>量子センシング</p> <p>量子現象の利用により、見えなかったものを見る</p> <div data-bbox="201 1101 582 1468"> <p>微小磁場センサ</p> <p>炭素空孔(Vacancy)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンドセンタ </div> <div data-bbox="593 1101 974 1468"> <p>量子イメージング</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単光子センサー ・重力センサ </div>	<p>量子マテリアル</p> <p>量子現象の制御により新機能を発現する物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トポロジカル物質 ・スピントロニクス 	<p>量子光学</p> <p>熱で乱されない量子光で、量子状態を精密制御</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光渦 	<p>量子生物学</p> <p>生物が使う量子現象 スピン制御や量子重ね合わせで、有用物質を合成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人工酵素 ・光アンテナ
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

東海国立大学機構の拠点形成への期待

TOYOTA

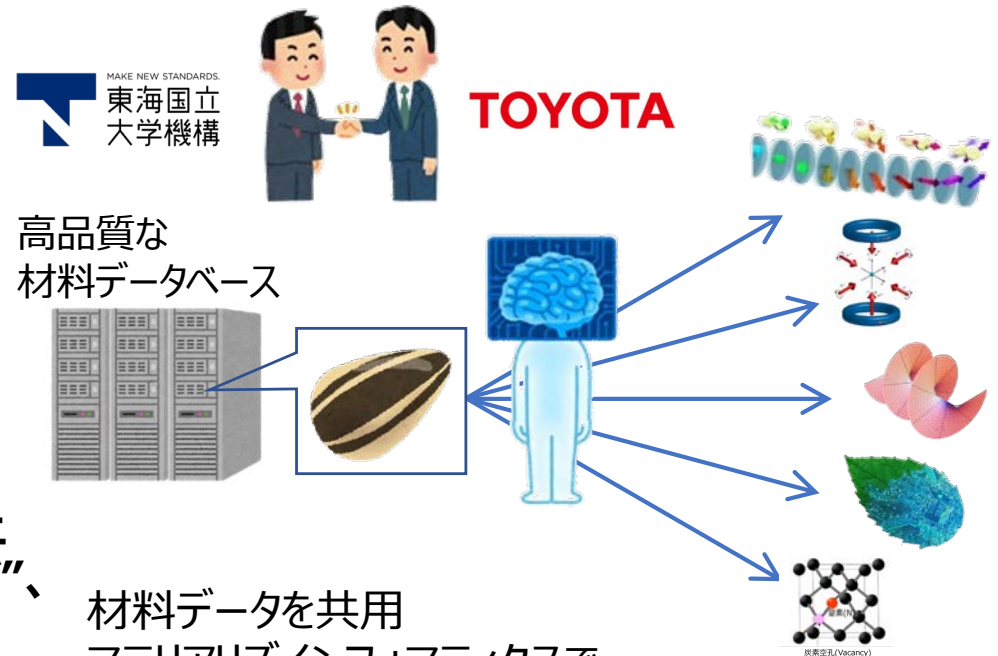


原理原則を理解し緻密に積み上げる

理屈は良く分からないが使えるものは使ってみる



様々な分野の研究者がリアルに集い、“科学で真剣に学で遊ぶ”ことを通じ



企業では、思い付かない

コレワタシノホシニモナイヨ



既存技術の延長線上には無い“ぶっ飛んだ”、“不連続な変化”をもたらす技術の創製

材料データを共用
マテリアルズインフォマティクスで
材料の他・多用途展開の可能性を探索

まとめ：量子拠点@東海国立大学機構の位置づけ

多様な量子技術関連研究



・各技術分野

- ・量子コンピュータ
- ・量子ソフトウェア
- ・量子暗号通信
- ・量子計測・センシング

・基盤的取組

- ・スタートアップ・量子拠点強化
- ・人材育成・確保・知財化・標準化
- ・国際連携／産学官連携・アウトリーチ等

社会実装で真のイノベーションへ



量子「制御」+産学連携

東海国立大学機構

量子制御技術 新産業創出拠点

量子制御 理論・計測

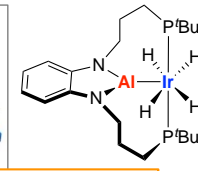
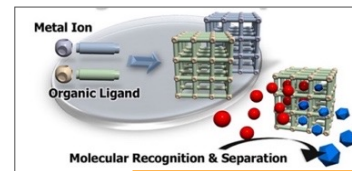
- ・制御理論
- ・生体計測制御

量子制御技術

- ・原子配列制御
- ・分子設計制御

新技術創出

- ・量子コンピュータ
- ・新材料・触媒
- ・創薬・医療



多元素利用

