

## 2.信州の地域・自然・文化・産業と 繋がった教育・研究活動の展開

(信大概要、広報誌『信大NOW』より抜粋)

信州「知の森」の特色 7 | ライフイノベーション

## 信州に息づく ものづくり技術と 医の連携。

国が第4期科学技術基本計画で「成長の柱」イノベーション政策のひとつとした、ライフイノベーション。国より長野県は「地域イノベーション戦略推進地域（国際競争力強化地域）」に選定され、文部科学省からは、「地域イノベーション戦略支援プログラム」が採択されています。

医学部・医学部附属病院を中心に医療現場の機器開発ニーズと企業技術シーズとのマッチングを図る「医工連携活動」を推進してきた信州大学は、メディカルシーズ育成拠点を設置し医工連携活動に必要な医学的解析機器を整備してきた歴史があり、この新たなステージで長野県、企業・団体、さらに金融機関も加わった強固な連携で、付加価値の高いメディカル産業創出を加速させています。

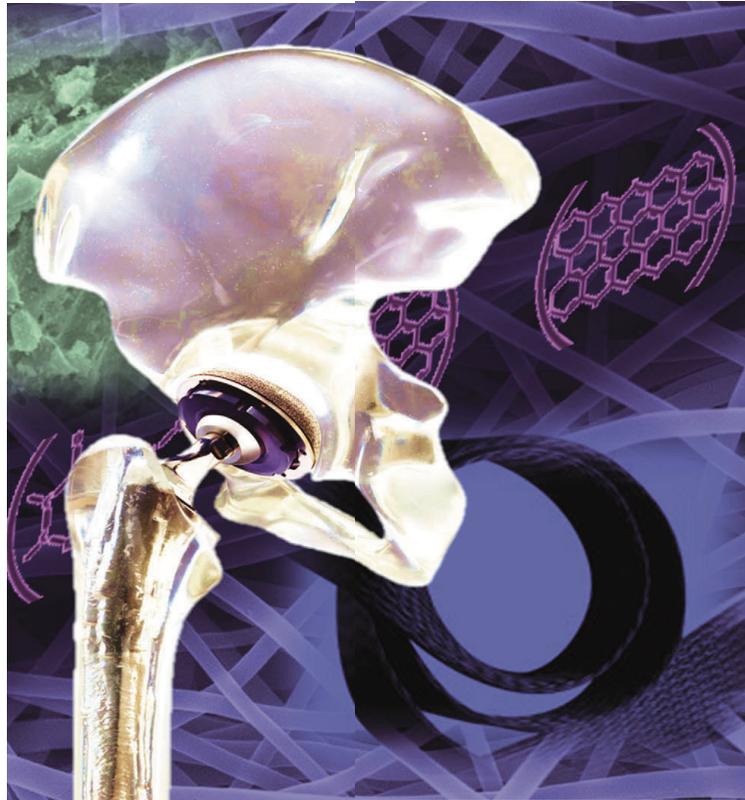
それは、信州大学工学系の豊富な素材技術シーズと長野県の強みである超精密加工技術が融合し、さらに先端医療の立場から医学的エビデンスを提供できる、理想的な「医工連携」の形と言えます。

これまでに研究開発された機器はどれも画期的なものばかり。シートに寝ただけで測定可能な睡眠時無呼吸症候群検査装置、磨耗・破損に強いカーボン・ナノチューブ（CNT）を使用した人工関節、手術の安全性を飛躍的に向上するセンサー付手術デバイスなど、新たなメディカル関連機器の研究開発と臨床応用が進められています。

メディカルをキーワードとした新たな地域イノベーションは、企業の開発部門、大学の研究者・医療従事者・コーディネータなどのソフト面でも強化され、これまで以上に信州大学、自治体、企業のものづくり力と強く結びつき、活力ある新たな長野県産業の「顔」になっていくことでしょう。

### 信州地域技術メディカル展開センター

医学部附属病院に隣接し、医療従事者と、ものづくり企業技術者がひとつ屋根の下で医療機器を開発できる理想の研究施設。経済産業省「技術の機渡し」拠点整備事業として産学共同研究室を多数整備。



### CNT複合材料を使用した人工関節

再手術が不要になるよう長寿命化が切望されていた人工関節は、カーボン・ナノチューブ（CNT）を使用し磨耗・破損に強く、生体適合性も高い高機能関節が発表され、臨床応用が進められています。



### 画期的な睡眠時無呼吸症候群検査装置

体中に複数の装置を長時間装着するため、被検査者への負担が問題だった睡眠時無呼吸症候群の検査。新装置はセンサーを内蔵したシート上で寝るだけで検査が可能になっています。



### 信州メディカルシーズ育成拠点

科学技術振興機構（JST）の地域産官共同研究拠点整備事業として長野県・県経産協会の信州大学で設置。約50種類の先進的医学的解析装置などを整備しています。



### 信州メディカル産業振興会との連携

信州メディカルシーズ育成拠点と密接に連携し、メディカル関連製品の実用化に向けて取り組む多くの企業・個人を組織化。写真は共同出展した世界最大規模の医療機器展示会、ドイツデュッセルドルフMEDICAの様子。

## 自分の体の一部のように人の動きをサポート 生活動作支援ロボティックウェア

# 「curara」<sup>クララ</sup>

## 第40回国際福祉機器展で 注目集める。

繊維学部 機械・ロボット学系の橋本稔教授が山洋電気株式会社及び株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズと共同で開発した生活動作支援ロボティックウェアcurara(クララ)が、平成25年9月18日～20日に東京ビッグサイトで開催された第40回国際福祉機器展で大きな注目を集めた。多くの来場者がブースを訪れ、学生が実際にcuraraを装着してデモンストレーションを行なった最終日のプレゼンテーションは、立ち見の参加者が出るほどの大盛況ぶりだった。

(文・毛賀澤 明宏)



ロボティックウェア「curara(クララ)」1号機改良型

curaraという名前は、アニメでも世界的に有名な「アルプスの少女ハイジ」(原作:ロザリンド・シュネーリ「少女ハイジ」)の登場人物ハイジにちなみである。ハイジが常に羊飼子に乗るウオーグが、ハイジを見守られて自分の足は歩かぬ有名なシーン、「人が人を助けるように」との思いから、この名を付けた。

### 「ウェアラブル」動作アシスト

curaraは、身体能力が低下した高齢者や障がい者の方でも、健康な人と同じように歩くことができるように開発された、身に纏うスタイル(ウェアラブル)の動作アシストスーツだ。リハビリテーション用途にも適した機能も持ち、自分自身の足で歩行することを助けることもできる。

サーボモーターや冷却ファンなどを製造している山洋電気(本社：上田市)と、高性能の減速機で定評のあるハーモニック・ドライブ・システムズ(安曇野市)との共同で研究開発を進めてきた。独立行政法人科学技術振興機構(JST)の平成23年度A-STEP本格研究開発ステージ(シーズ育成タイプ)にも採択されている、注目の研究開発だ。



### 「非外骨格型」の新たな構造

curaraは、身体能力が低下した方でも、日常生活で違和感なく着用できることを目指した。そのため、従来のパワーアシストロボットのような「外骨格型」構造ではなく、「非外骨格型」という新たな構造を採用していることが大きな特徴だ。

「外骨格型」とは、いわば骨や筋肉の代わりに、金属や樹脂製の添え木とそれを動かすモーターを人体の外側に取り付け、その「剛体ロボット」の動きを人の体に伝えるという仕組みだ。これに対して「非外骨格型」とは、着用する人の骨格系を利用して、関節の動きを補助するというまったく新しい発想に基づく仕組みだ。

「剛体」がない分、身軽に、優しく着用できるだけでなく、歩く方向を変える時などに問題になる下肢のねじりなどの動作が容易になる。拘束感がより少ない形で、自然に身体を動かすことができるのだ。産業用に開発されたサーボモーターを、ロボティックウェア用に用途を絞り込み、小型軽量化・高性能化できたこともカギを握っている。

### 「同調制御」一人が 人を助ける方法に学ぶ

これまでのアシストロボットは、自動制御されたロボット側の一定のリズムで、装着された人が強制的に歩行の動作を行うものであった。これに対してcuraraは、着用した人の動きを読み取り、それに追従して歩行動作をアシストするという、これまでまったく独自の

「同調制御法」を採用している。これが第二の特徴だ。これにより、着用している人は、まるで自分の体の一部であるかのような感覚で使用できるようになった。

このアイデアは、人が人を助ける際に、助ける人の動きに合わせ、それに追従するようにして支えていることに注目し、学んだことにより生まれた。こうしたアシスト法をロボティックウェアで再現することを目指したのだ。

### オリジナルの アクチュエータやセンサ

この「同調制御法」を実現するために、専用のアクチュエータ(駆動装置)やセンサをオリジナルに開発していることが第三の特徴だ。

特に、着用した人の動きを追従するよう



専用のアクチュエータ(駆動装置)



大勢の来場者で賑わう展示ブース

サポートするためには、人の動きとロボティックウェア自体の動きの相互作用を検出する必要がある。そこで、ハーモニックドライブ内蔵型トルク検出法という、モータの動きを人の動きのスピードに合わせるための減速機の内部に、特殊なセンサを内蔵する方法を開発した。

さらに、こうして感知した相互作用力に応じて、着用した人の意思を反映する形でロボティックウェアがサポート力を出せるように、周期的に入力される情報に対して、自身の固有周波数を変化させて同調する「引き込み特性」を持つ神経振動子という新たな仕組みを用いている。

このような新たな技術の開発によって、着用者の自由な動きに協調して、それを支える動きのできるロボティックウェアcuraraが生まれたのである。

サーボモーターの技術で定評のある山洋電気と、世界的な減速機メーカーハーモニック・ドライブ・システムズ、そして、もともと織り機などの研究開発からスタートした繊維学の構成要素としてのロボット工学—これらが共同して、まるで衣服のようなウェアラブルな動作アシスト装置curaraが誕生した。

運動機能の低下した方々に、体を動かす喜びを広げるために、いよいよ実用化に向けた道を歩み始めようとしている。2015年の9月までにはさらに改良を加えた3号機が完成する予定。下肢だけでなく上肢のサポート用も研究開発中だ。

### \*場の論理。で人間とロボットの相互作用を捉える

curaraは、着用する人と着用されるロボティックウェアとの相互作用、インタラクションに焦点をあて、ロボティックウェアに、人の動きに同調する能力を付与するという新しい視点から研究開発を進めてきました。信州の生んだ優れたものづくり企業2社の協力で大きく前進でき、とてもうれしく思っています。相互作用に注目するのは、「場の論理」という極めて日本的な視点・哲学に通じるものです。ロボットなど現代工学の最先端で、人とロボットの関係を考えようとする時に、協調性とか同調性が問題になり、そこで日本的な相互関係の論理が活かされていくという点は、大変興味深いものだと思います。

信州大学繊維学部  
機械・ロボット学系 バイオエンジニアリング課程  
橋本 稔 教授

PROFILE  
電気通信大学助手、鹿児島大学助教を経て、1999年より現職。研究分野は「バイオロボティクス」。個性あふれる学生と、わくわく楽しい毎日を。着き方も「バイオロボティクス」の研究に参画してあせせんか。



## 世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献する アクア・イノベーション拠点

文部科学省の「革新的イノベーション創出プログラム」中核拠点採択、「水」を活かし、「人」と共生する社会システムイノベーションを推進します。

文部科学省及び(独)科学技術振興機構(JST)「革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM)」に、信州大学、(株)日立製作所インフラシステム社、東レ(株)、昭和電工(株)、(独)物質・材料研究機構、長野県により共同提案した「世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点」構想が中核拠点として2013年10月末に選定されました。(全国で12拠点)

これに先立ち2013年3月には、COI(Center of Innovation)拠点の中心建物と関連機器を整備する文部科学省「地域資源等を活用した産学連携による国際科学イノベーション拠点整備事業」にも、信州大学、東レ(株)、昭和電工(株)、長野県により共同提案した構想が選定されており、長野(工学)キャンパスに拠点研究棟の建設が進められています。

COIは、現在潜在している将来社会のニーズから導き出される、あるべき社会の姿、暮らしのあり方を示すビジョンに沿って、ハイリスクではあるが実用化の期待が大きい異分野融合・産学官連携型のテーマに対し、産学官がオールジャパン体制で一つ屋根の下に集い取り組む大規模な研究開発事業です。

フューチャーセッションから導かれた、将来の世界的な「水」ニーズに応える拠点



信州大学を中心に開催したフューチャーセッション(未来志向の対話)から、世界の人々が豊かな生活を享受するには、「飲用水や食料が十分にあること」、「経済的に潤っていること」、「健康で暮らせること」等が満たされる必要があります。そのためには「多様な水源から水を導き、それを循環して、世界中の人々に十分な水を提供する」ことが、将来の世界的な社会ニーズであり、全地球的な持続可能性に寄与することが分かりました。水の確保に関する課題は現在でも非常に多いことがご理解いただけると思います。

### 安全・安心な水の確保は世界的な課題に

安全・安心な水の確保ができず、世界では11億人余りが安全な飲料水にアクセスできない、26億人が環境衛生用水(排水処理など)を適切に確保できていない、200万人以上の子供が汚染水で命を落としている(経済協力開発機構報告)、農業用水の不足等により9.25億人が食料不足にさらされている(世界銀行発表)といった重大な課題が発生しています。



### 食料生産に必要な農業用水の確保

現在、世界で取水された水は、およそ農業用水7、工業用水2、生活用水1の割合で使われており、食料生産に必要な農業用水の割合が大きくなっています。しかし、すでに農業用水の不足等に伴う食料不足が顕在化しており、さらに、急激に世界人口が増加する中で、食料の需給逼迫と価格高騰が確認されています。そのため、世界人口が増大する中で、安全・安心な農業用水の安定的な確保が大きな課題になっています。また、我が国は食料の60%余りを輸入に頼っています。これは、海外の膨大な淡水を利用している我が国の食料を生産していることとなります。海外の水の不足や汚染は、我が国の食料問題に直結するのです。



海水淡水化の節減コストも検討します。



革新的で多様な水循環システムを構築、社会実装を推進します。(資料:日立製作所にて作成)

### 水に求められる質と量のバランス

水は人類にとって必要不可欠なもので、地球上の水のほとんどは海水や水河等、物性面や地理的な問題から人類が使用することが困難な水です。人類が利用可能な淡水源(浅地下水・河川水等)は0.001億km<sup>3</sup>(全体の0.01%)に過ぎません。人類の生活に必要な水として、多くの国や地域で、水道水が飲用に耐える水質を保つことが要求されていますが、同時に水道水が農業用水や工業用水にも幅広く使われています。飲用水では、より安全で良質の水への欲求が強く、わずかな異臭や有害物質の混入が不安・不満の原因となります。一方で、水の使用量の9割を占める農業用水や工業用水においては、飲用水ほどの品質は必要とはなりません。このため用途に合わせた水の量と質を確保することが重要となっています。

### オールジャパンで世界屈指の技術を融合

そこで、これらの課題を解決して、世界中の人々に安全・安心な水を十分に提供するために、信州大学等が得意とする炭素材料・繊維材料等の研究開発成果と、長野県をはじめとする我が国のモノづくり技術を駆使して、オールジャパン体制の強固な産学官連携によって、革新的な「造水・水循環システム」の研究開発から社会実装までを一貫して行う、「アクア・イノベーション拠点」を本学長野(工学)キャンパスに設置します。拠点にはオールジャパン体制で、大学等の研究者や、企業の技術者等が常駐し、革新的な「造水・水循環システム」の実用化を目指して、ナノカーボン等の革新的材料を用いた耐久性のある水分離膜等の開発、分離膜等のモジュール化、システム化、プラント量産化、ビジネス化等を行います。





信州は日本の屋根と呼ばれる日本アルプスを有する山岳地域。日本においては高地の気象観測施設が非常に少なく、その観測データは重要な価値を有しています。信州大学はこの地でしかできない山岳およびそれに連なる里山における自然と人間の相互関係について調査・研究するため、日本初、そして唯一の山岳科学総合研究所を設置しています。

長野県はほとんどが中山間地域。研究は山岳基礎科学部門、地域環境共生学部門、山岳環境創生学部門、山地水域環境保全学部門、山岳文化歴史部門、高地医学・スポーツ科学部門の6つの部門を設置し、人文学・社会学・教育学・理学・医学・工学・農学の多岐にわたる分野の研究者が総合的かつ学際的な研究を推進しているのが特徴です。

当研究所では、北アルプス槍ヶ岳や白馬などの観測施設、諏訪湖を中心とした山地水環境教育研究センターを施設として基本運用していますが、自然と人間とを新たな視点から見ようとする当研究所の取り組みは、中部山岳地域の全域に及び、山岳防災科学、大気水圏環境の動態や日本アルプスの地形形成の解明、水質環境の調和共存と物質循環、生物多様性、山岳文化歴史研究などの多岐にわたる分野のプロジェクトを進め、多くの研究成果を生んでいます。

さらに、筑波大学・岐阜大学との連携事業として「地球環境再生プロジェクト」も開始され、信州大学で誕生した独自の学問領域「山岳科学研究」は、地球規模での環境変動が山岳地域に及ぼす影響を総合的に明らかにしようとしています。

信州「知の森」の特色 5

山岳科学研究

## 信州発の新しい学問領域 「山岳科学」の創造。



高標高地に観測設備を設置

気候変動に極めて敏感に反応する山岳地域のデータは重要です。しかし、日本では富士山を除くと高標高地で気象観測は行われていないため、山岳科学総合研究所が槍ヶ岳や白馬などにモニタリング装置を設置しています。



山岳地域の建築文化を象徴する山小屋研究

信州は登山や山岳観光の歴史は古く、山小屋も山岳建築の文化を伝える資産的価値が高いものが多いため、北、南、中央アルプスの山小屋に関する調査・研究は多くの自治体等の関係機関から依頼があります。



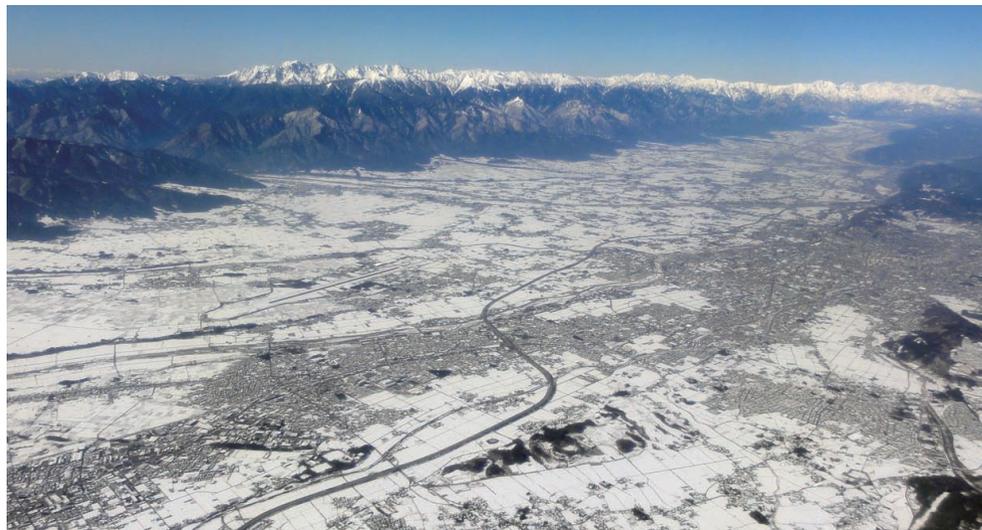
高山地域における動植物の生態研究

高山地域ではその環境に適応した動植物、昆虫などが数多く生息しています。環境の変化が顕著に表れる高地において、その変化の状況を正しく捉え、絶滅危機種の保全・保護に関する生態学的研究が進められています。



東アジア山岳文化研究会

山岳地域の文化に関する研究は、歴史的にもつながりの深い東アジア圏に広がりを見せています。同研究会は信州大学と中国2大学、韓国2大学、ベトナム社会科学院で構成。平成25年度は信州大学で開催しました。



冬の北アルプス 積雪時に松本から安曇野・大野を望む、長野県全体が山岳地域とも言えます。



中山間地の再生

千曲川を見下ろす斜面に美しい田が広がると、国の重要な文化的景観、日本の棚田百選にも選定されている殊緒の棚田。ご覧の写真のように、ただ景観として保全するのではなく、きちんと農機具が入れて、人の営みが持続、発展できることが里山再生の重要なコンセプトとなっています。



感性を生かした新たな価値創造活動「軍手イ」  
繊維学部感性工学課程の学生達が上田で始めた「ハナサカ軍手イプロジェクト」。全国的に紹介されています。長野県内各地の小学校児童へ寄贈するなど、「軍手イ」の輪はますます広がっています。

信大生は県外出身者が約7割。初めて信州で生活し、仲間との出会い、授業を通じた教職員との交流、そして信州の地域の人々のあたたかさに触れ、自然に自立心が培われていくようです。課外活動では自主的にキャンパスを飛び出して、積極的に地域活動に参画する意欲的な学生・サークルが増えています。

例えば、森林整備や植林、伐採、ハイキングコースの整備などのお手伝いをする「伊那守」、炭焼き、畑仕事を手伝う「草むら組合」、田んぼを借りて自ら米を作る「田んぼの会」、地域行事には必ずボランティアで参加する「か〜みやん」、里山の食育推進「洞楽村」など、地域交流ボランティア系サークルの多さは信州大学ならではの特色でしょう。

また、繊維学部の学生による「オンデマンド・リメイク」は上田の街を活性化しようというオリジナルプリントをほどこした「軍手イ」を製造・販売。全国の新聞や雑誌でも紹介されるプロジェクトとなりました。

さらに、教育学部で美術を専攻する学生たちは、炭焼や鋳造のワークショップをはじめ、子どもたちの催事、まちのアート活動への参加など、まちと学生がつながる活動に取り組んでいます。

信州「知の森」の特色 11 | 信大生のリアル

信州という地に魅了され、  
地域のために  
活動する学生たち。



里山で食育を推進するサークル「洞楽村」  
年間を通じた野菜づくり等の生産活動や大学生協と連携した地産地消の推進活動が評価され、内閣府による「食育推進ボランティア表彰」を受賞しました。



農学部の学生が主体となるサークル「伊那守」  
伊那市水無山で取り組んできた「氷無山・里山（ハイキング）」が評価され、林野庁長官賞を受賞しました。写真の森林整備では地域住民と学生と自治体の「郷学官」が協働して汗を流しています。



農村に信州教育の美質を学ぶ「You遊未来(Chance)」  
県内各地の里山をフィールドにした教育学部の新しい教育者養成プログラム。農村の良さを再発見し「子どもをど真ん中」に住民・学生・保護者・高齢者が交流。農作業を通じて人間力、実践的指導力を育てます。



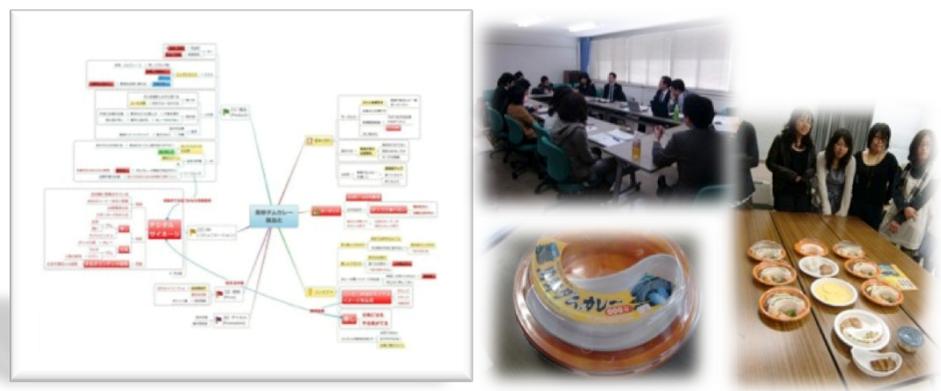
農学部ボランティア「農援隊」 栄村の復旧支援  
長野県北部地震で甚大な被害を受けた長野県栄村で活動する農学部教員と学生によるボランティア組織「農援隊」。今も継続的にボランティア活動を行っています。

# 共同研究等におけるPBL (Project Based Learning)



産・学・官連携による地域活性化の試み!!  
大田市×信州大学×サークルKサンクス共同企画  
「黒部ダムカレー」の販売

5年間という短期間で長野県を代表するご当地グルメになりました。



マーケティング・ブランディングの実践教育研究で実施

大田市と信州大学、そしてサークルKサンクスの3者による産学官連携事業。技術や素材による特徴づけではなく、顧客の食に対する楽しさや文化に対するニーズを具現化。同時に地域にとってのアイデンティティ強化や産業活性化に寄与



まっぷる2015 (昭文社)