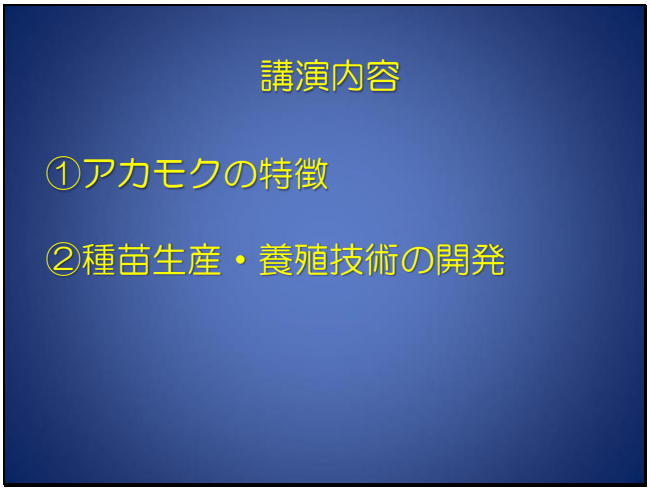
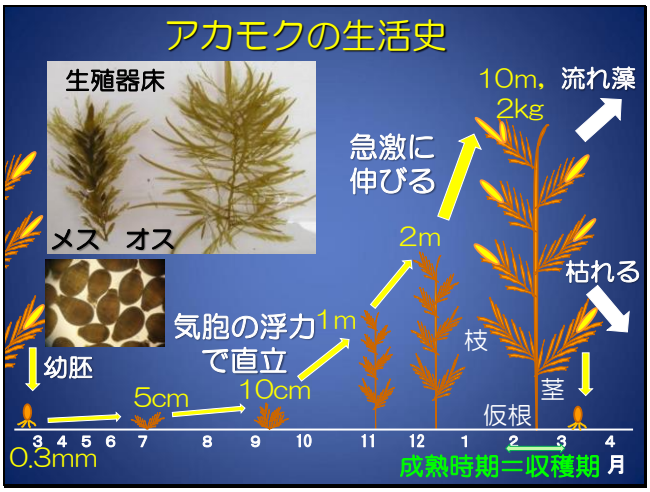
【京都府】アカモク種苗生産・養殖技術の開発
京都府農林水産技術センター海洋センター研究部　アカモク養殖技術開発グループ

＜スライド1＞
業績名
　アカモク種苗生産・養殖技術の開発
所　属
　京都府農林水産技術センター
　海洋センター研究部
研究者
　代表者　主任研究員　道家章生



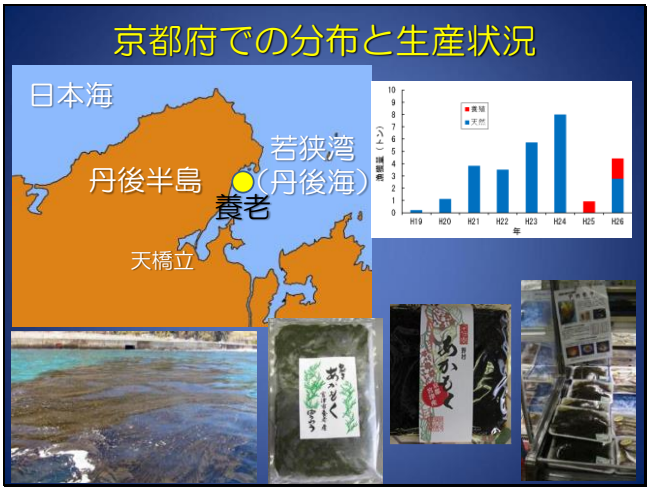
＜スライド2＞
　本日の講演内容についてですが、ご存知の方も多いと思いとますが、まず最初にアカモクの特徴を、その後に京都府の特許技術を活用した種苗生産技術と、その技術で生産された種苗を用いた養殖技術についてお話ししたいと思います。



＜スライド3＞
・アカモクは1年で全長10m程度に成長し、成熟（＝収穫期）して幼胚を放出したのち、藻体全体が枯死、流出する一年生の海藻です。
・一年生の海藻であるが故に年毎の生育量の変動が大きいことが特徴であり、　安定生産や販路を拡大するための障害となっています。
・京都府沿岸に分布するアカモクは、主に2～3月、4月、5月に成熟する３タイプがみられます。5月に成熟するアカモクは、2～3月に成熟するアカモクと比較して、全長が短く、茎が太いなど形態の違いがみられます。

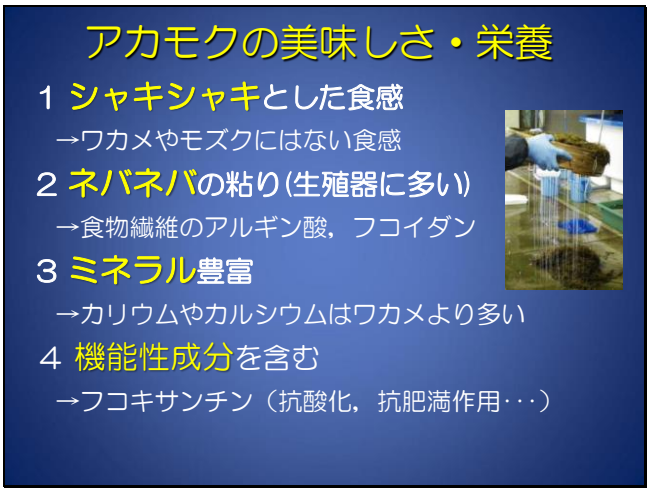
＜スライド4＞

- アカモクは北海道（東部を除く）、本州、四国、九州まで分布しています。
- 日本海側の秋田、新潟、石川の各県では、各々別名が呼称されるほど古く　から食用として利用されていました。
- また、近年、岩手、宮城、神奈川、愛知、三重、島根、鳥取、福岡での利用が始まり、京都府でも平成19年から利用されています。



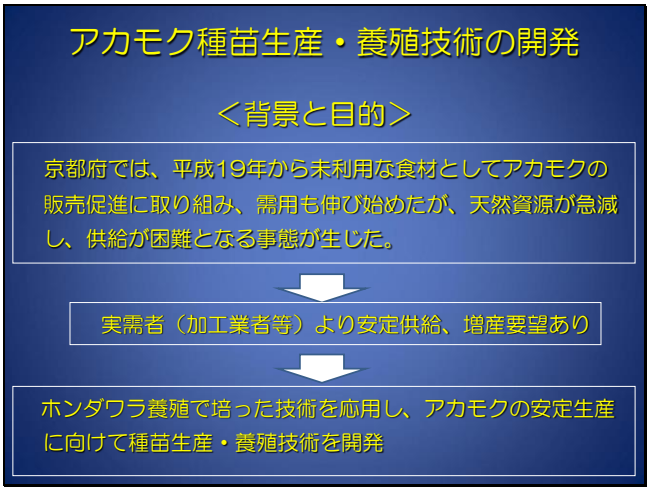
＜スライド5＞

- 京都府では、2～3月に、北西からの季節風が遮蔽される若狭湾西部海域（通称丹後海）に群落が形成されます。その中でも、特に良質のアカモクが生育している宮津市養老地区での漁獲が主体となっています。
- 漁獲されたアカモクは、原藻でスーパーに出荷される他、固い茎や側枝の部分が取り除かれ、湯通しで綺麗な緑色になった湯通しアカモクや、佃煮などの加工品がつくられています。
- 漁獲量は平成19年の0.2トンから平成24年には8トンまで増加しましたが、平成25年には生育量が極端に少なくなったために禁漁となりました。
- 平成２４年の漁獲後も同地区にはまだ多くのアカモクが残っていたにもかかわらず、翌年にこのような結果となったことから、資源管理により天然アカモクの生育量をコントロールする困難さがここからもうかがえます。



＜スライド6＞

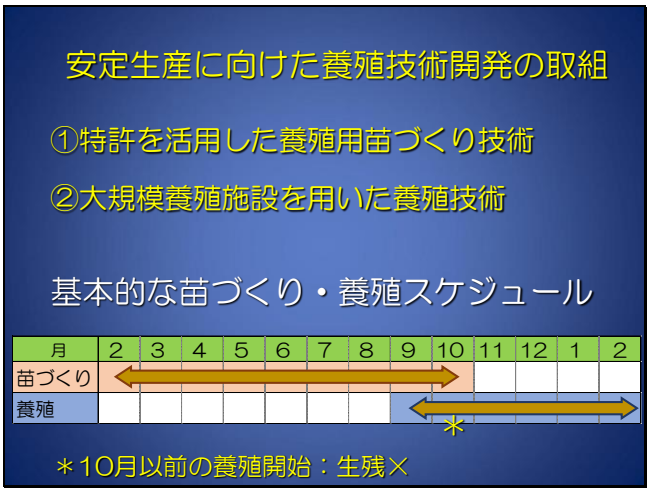
- アカモクは、ワカメやモズクにはないシャキシャキとした食感が特徴です。
- また、食物繊維のアルギン酸や成熟時期に多くなるフコイダンの粘りも特徴です。
- さらに、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄、亜鉛といったミネラル成分はワカメやモズクより多くなっています。
- その他、抗肥満や抗酸化作用が確認されているフコキサンチンやフロロタ　ンニン類等の機能性成分が含まれています。



＜スライド7＞

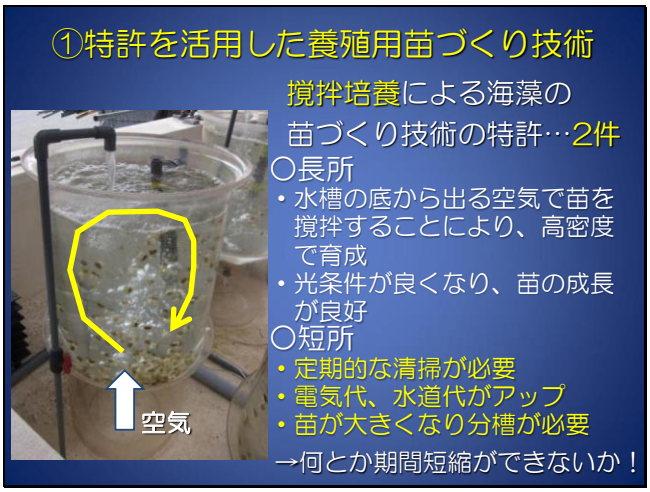
アカモク種苗生産・養殖技術の開発

- 京都府では、平成19年から天然に生育しているアカモクを食用として利用を始め、販売促進にも取り組みました。
- その後、数年間は需用の拡大とともに漁獲量も増加しましたが、天然資源の急減により、供給が困難となる事態が生じました。
- それまで利用していた実需者から安定供給、増産の要望があり、これまでの知見を応用して、アカモクの安定生産技術の開発に取り組みました。



＜スライド8＞

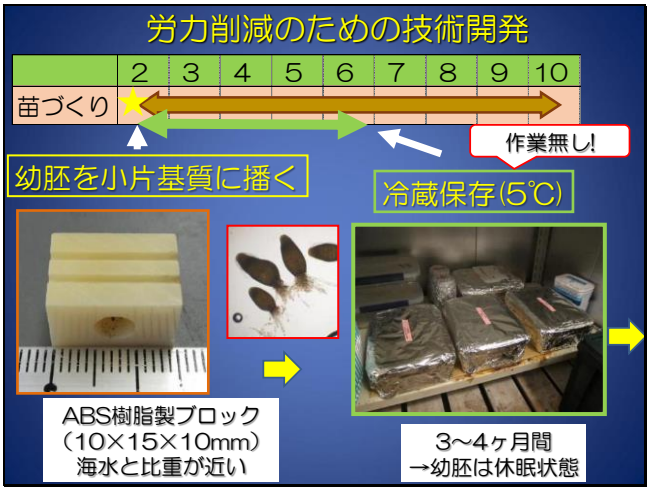
- 安定生産に向けた取組としては、①京都府が保有する特許を活用した養殖用苗づくりと②漁業者が一定規模の生産を見込める大規模施設を用いた養殖技術の開発を目指しました。
- アカモク養殖の基本としてご記憶いただきたいのは、2月から10月までが苗づくり、10月から2月までが海面での養殖というスケジュールです。
- なお、これまでの研究から１０月以前に種苗を海に出すと、苗が他の海藻や付着物に覆われたりして生残が良くないため、海面での養殖開始は10月　を基準としています。



＜スライド9＞

・まず、特許を活用した苗づくりですが、京都府は2件の特許を保有しています。ひとつは、苗を下からの空気により立体的に撹拌しながら培養する技術であり、もうひとつは後ほど登場しますが、撹拌する苗の着生基質としてABSの小片基質を用いるものです。

・光環境の改善により苗の成長や生残が良くなるのですが、苗が大きくなるとうまく回らなくなるために分槽が必要なこと、使用した水槽の掃除が大変なこと、電気代、水道代がかかること等の欠点があり、これらは苗の単価に直接影響することから、何とか期間が短縮できないか考えました。



＜スライド10＞

・そこで思いついたのが、アカモクは冷暗所で保存すると休眠状態となるが、　その後も十分に発芽能を有するという瀬戸内海区水産研究所の吉田グループ長の論文です。しかし、この技術を積極的に利用したアカモク養殖の事例はこれまでありませんでした。

・この知見を利用して、2月に小片基質に幼胚を採苗したのち、冷蔵庫で水温5℃・暗条件で3～4ヶ月間保管します。この間は、当然作業が全く必要ありません。

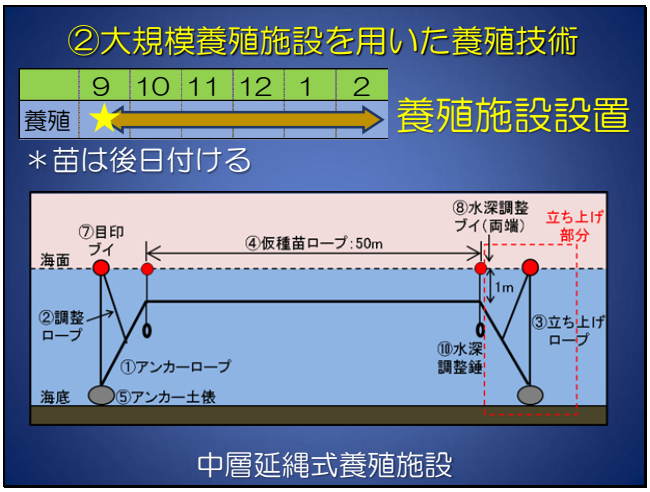
・幼胚を散布する小片基質も手作りから始まり、2年前までには1個44円（税抜）まで下がりましたがまだまだ高かったことから、昨年飛び込みで営業をかけたプラスチック会社で協議した結果、射出成形による制作により、現在15円（税抜）まで単価を抑えることができました。なお、小片基質は複数年の使用が可能です。

＜スライド11＞

- 約４ヶ月間の冷蔵保存の結果、静置培養は2ヶ月から1ヶ月に、撹拌培養は　6ヶ月から2ヶ月に短縮できました。
- 各工程の期間短縮により、労力（掃除）の削減、分槽回数（苗が小さい状態なので）の削減、資材の削減、光熱水費の削減が可能となりました。先の小片基質の経費削減と冷蔵保存により、小片基質１個あたりの苗の単価は15円と試算され、従来の32円から半分以下まで安く生産することが可能となりました。
- なお、3～4ヶ月冷蔵保存した苗を10月から養殖を開始した結果、従来のスケジュールで生産した苗と成長、生残で差は見られませんでした。
- 以上の結果を受けて、次からは冷蔵した幼胚を使用した苗を用いた養殖についてお話しします。

＜スライド12＞

- 水槽で茎長が十分に伸びた苗を養殖に使用します。
- 小片基質には、海に出す時点で5～10本程度の苗が着生しています。

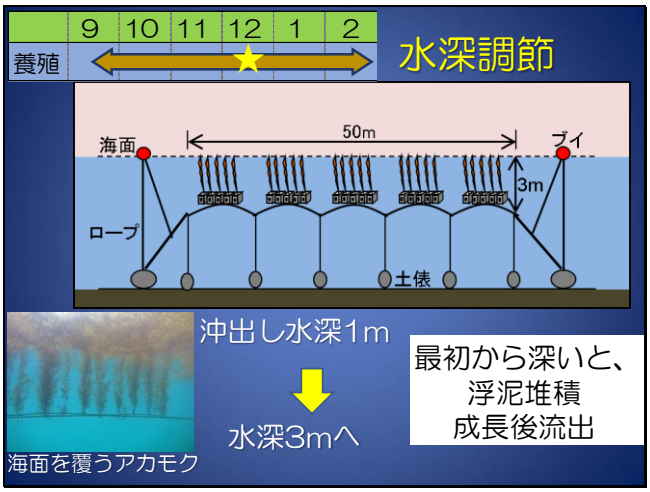


＜スライド13＞

- 養殖に使用する施設は、ワカメ養殖やコンブ養殖でも使用されている中層延縄式を採用しました。
- 施設はアンカー土俵、アンカーロープ、目印ブイと調整ロープからなる立ち上げ部分と水面下に海面と平行に張られた種苗ロープで構成されています。
- アンカーロープには調整ロープがついており、後で説明する育成水深の変更の際の施設の張りの調整が可能となり、これにより全ての作業を船上から実施することができます。
- 養殖施設は、種苗設置の１ヶ月前を目標に実施し、仮の種苗ロープが水面下１ｍになるように調整します。
- また、養殖施設の間隔としては、収穫時には藻体が１０ｍ程度になること、船外機船による作業性を考慮して、10m間隔を目安とします。

＜スライド14＞

- 種苗の固定は、小片基質の穴を利用して結束バンドでロープに固定します。
- 施設１ｍあたりの小片種苗の数は、10cm、20cm、30cmで試験をした結果、10cmと20cmでほぼ差がなかったことから、20cm間隔での固定としました。その結果、養殖施設１基あたり225個の小片種苗を固定することとなります。
- 種苗ロープを作成した後、９月の施設設置時に仮設置していたロープと種苗ロープを交換し、10m毎にブイを立ち上げて作業は終了です。

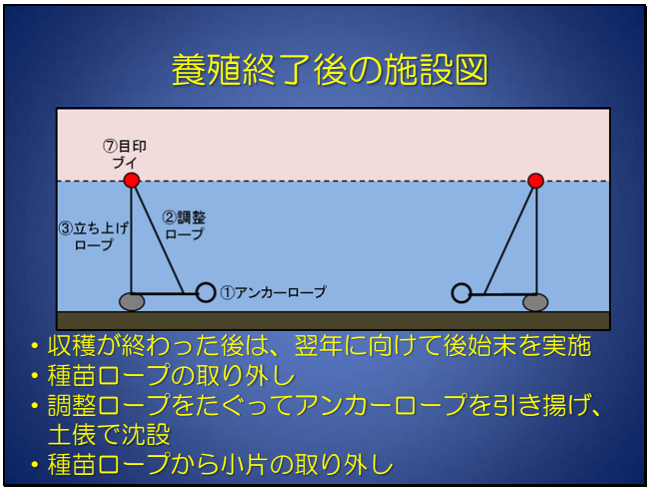


＜スライド15＞

- 種苗を沖出ししてから2ヶ月後にはアカモクの全長は2mを越え海面を覆うようになります。
- こうなると、光条件が悪くなることから、ブイを取り外し、軽めの土俵で水深を3mまで下げます
- これまでの試験で、最初から水深を3mにしておくと、浮泥が堆積して成長が阻害されたり、成長後付着部から流出する個体が多くなり、生残率が低下する事例が見られました。

＜スライド16＞

- 1月下旬から2月上旬になると、養殖アカモクは最大全長となり、生殖器床が形成され漁獲時期を迎えます。
- 漁獲方法としては、船上にアカモクの上部を引き揚げて鎌等で刈り取ります。
- 養殖施設1基あたりの生産量は、750kgと推定されました。ただし、藻体の下の方は付着物が多く食用としては利用できないことから、養殖施設1基あたりの収穫量は約600kgと推定され、一人でも90分程度で収穫できます。



＜スライド17＞

- 養殖が終了した後は、翌年に向けて後始末を実施します。
- 種苗ロープを取り外した後、調整ロープをたどってアンカーロープを引き揚げ、ひとまとめにしたのち土俵で沈設します。
- これらの作業により、養殖期間以外は海面を占有することはありません。
- なお、小片基質については複数年間使用しますので種苗ロープから取り外して回収します。

アカモク養殖の収支計算

＜養殖施設5基で算出＞

項　目	1年目	2～5年目	6年目	備　考
資材費	244,000	25,500	244,000	養殖施設5基 立ち上げ部分の耐用年数5年
種苗代	16,900	16,900	16,900	15円/個×1,125個
支出計	260,900	42,400	260,900	

養殖1年目　3t×250円／kg－26万円＝41万円
養殖2～5年目　3t×250円／kg－ 4万円＝71万円

＜スライド18＞

- アカモク養殖の収支計算を、一人で可能な作業として、養殖施設5基で試算してみました。
- 養殖1年目は資材費として約26万円かかりますが、２～５年目は同じ資材が使用できるので約４万円しかかかりません。
- 養殖施設５基の収量は600kg×５基＝約３トンでkg単価が250円とすると、１年目は４１万円、２～５年目は７１万円の収益となります。

京都府沿岸のアカモク養殖マップ

～養殖生産増産に向けて～

＜スライド19＞

- 今後アカモク養殖生産を増大させるためには、府内各地に養殖産地を広げていく必要があり、現在養殖適地の把握に取り組んでいます。
- この図は、これまでの養殖試験の知見等から京都府沿岸海域におけるアカモク養殖の可否を整理したものです。
- アカモクは低塩分に弱いため、淡水が流入する河口域や内湾域は養殖に適しません。また、波浪条件が厳しいところも養殖不適海域としていますが、波浪条件が厳しくても波浪が遮蔽される漁港や小湾では養殖できる可能性がありますので、今後検証していく予定です。

【成果と波及効果】

①特許を活用した養殖用苗づくり技術

- 冷蔵保存による種苗生産労力、施設費の軽減
- 小片基質の価格低減

→　販売価格に合致した生産価格の実現！

②大規模養殖施設を用いた養殖技術

- 現在、タスク活動により4名の漁業者が試験的に養殖を実施

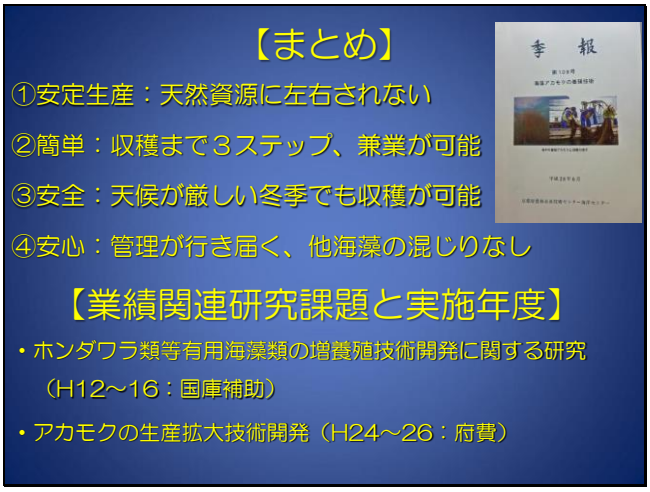
→　区画漁業権の設定がみえはじめる

＜スライド20＞

成果と波及効果

- アカモクの種苗生産技術については、基本的には過去に実施したホンダワラで開発した技術を応用したものですが、それらに幼胚の休眠特性を応用したり、小片基質の経費低減（射出成形による制作）に努めたことにより、販売価格に見合う種苗生産価格を実現することができました。
- 現在、アカモクの区画漁業権は設定されていませんが、若手を中心にタスク活動（研究成果を迅速に現場に普及するための京都府独自の取組）に取り組んでおり、漁業者の反応も良いことから、近々には区画漁

業権の設定につながると考えています。



＜スライド21＞

まとめ

- 今回開発した技術を簡単にまとめると、まず第一に天然資源に左右されない安定生産が可能となります。
- そして、第二に収穫まで、施設設置、種苗設置、水深調整の3回の作業のみであること、養殖期間も約５ヶ月間と短いことから、他漁業との兼業が可能です。
- 第三として、日本海側の冬は北西の季節風が強くいろいろな漁業で操業が制約されるため、この時期に一定の収入が得られることは経営面からも大きいと考えます。また、天然と違いアカモクを探し回る必要がありません。
- そして最後に、養殖ならではですが管理が行き届くとともに、他の海藻が混じらないために選別の手間が省けるという特徴があります。
- 今回の試験で一連の養殖技術ができあがり、当所が発行している「季報」という冊子にまとめました。しかし、苗づくりも天候に左右されるなど不安定な部分があること、今後養殖の要望が増えた場合の生産体制のこと、旬の期間が短いために加工等が追いつかないこと等課題があります。これらについては、現在も引き続き技術改善に努めており、少しでもはやく課題解決に繋がる技術を開発したいと考えています。

質疑

Q：特許技術を他県でも使用しているが、その時の権利の関係はどうしているか？

A：許諾契約を結んでいる。希望県があれば申し出てほしい。