

パルスパワーによる アニサキス食中毒のリスク低減

熊本大学
産業ナノマテリアル研究所
浪平 隆男



「和食」ユネスコ無形文化遺産登録
商社や寿司チェーンからの照会
生刺身・寿司市場開拓

欧米

国際規格化

CODEXへの採録

加熱・冷凍＋パルス殺虫
スペインの研究機関による追試
医学・寄生虫・食品科学・農学・理学・
工学研究者との共同研究
水産業・小売業・生産機械業・商社な
どが会員として名を連ねるパルス電流
殺虫技術研究会の設立



国連食糧農業機関からのヒアリング
WHO「顧みられない熱帯病」寄生虫症の制圧
健康増進・生食文化継承

途上国

生食文化継承

生で食べられる天然サバ

(これまでになかった新しい食材)

アニサキス (魚介類)

顎口虫 (シラウオ)

旋尾線虫 (ホタルイカ)

クドア (ヒラメ)

住肉胞子虫 (馬刺し、ジビエ)

トキソプラズマ (豚肉)

✓ 2013年ユネスコ無形文化遺産へ登録

✓ 4つの特徴

(1) 多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重

(2) 健康的な食生活を支える栄養バランス

(3) 自然の美しさや季節の移ろいの表現

(4) 正月などの年中行事との密接な関わり



✓ 2013年ユネスコ無形文化遺産へ登録

✓ 4つの特徴

(1) 多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重



✓ 2013年ユネスコ無形文化遺産へ登録

✓ 4つの特徴

(1) 多様で新鮮な食材とその持ち味の尊重





好みで選ぶ！



https://sumahononakani.com/tjn/api/get_report_detail.php?report_no=7732&app_no=2
<https://urbanlife.tokyo/post/34708/>



選ばない！



<https://39mag.benesse.ne.jp/housework/content/?id=83068>
<https://itakura-fdfish.com/product/product-148>



選ぶ楽しさ！



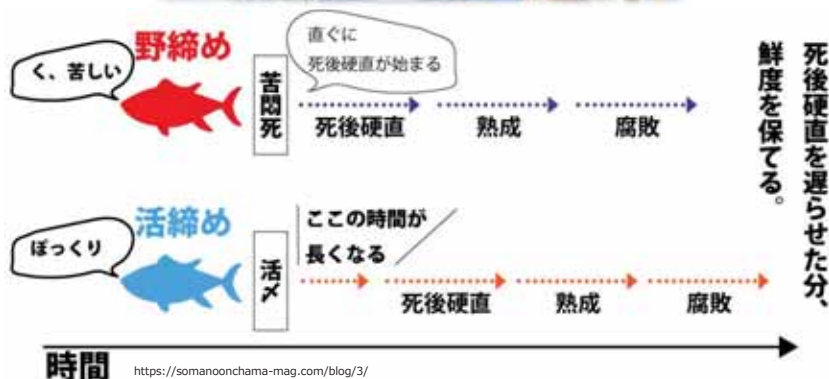
https://sumahononakani.com/tjn/api/get_report_detail.php?report_no=7732&app_no=2
<https://urbanlife.tokyo/post/34708/>



選ぶ楽しさ！

「生」と「冷凍」





日本独自！ 魚を鮮度よく、 おいしく楽しむ 技術が危機に



- ✓ 生の刺身がおかれている状況は？
- ✓ 新しいアニサキス撃退法→パルス電流殺虫技術
刺身の鮮度をそのままにアニサキスを殺虫する
パルスパワーとは？
- ✓ アニサキス殺虫装置の実力は？
アニサキスの殺虫と刺身の品質維持を両立！
- ✓ 社会実装への道のりは？



- ✓ 生の刺身がおかれている状況は？
- ✓ 新しいアニサキス撃退法→パルス電流殺虫技術
刺身の鮮度をそのままにアニサキスを殺虫する
パルスパワーとは？
- ✓ アニサキス殺虫装置の実力は？
アニサキスの殺虫と刺身の品質維持を両立！
- ✓ 社会実装への道のりは？



Nematoda (線形動物門)
Secernentea (双線綱)
Rhabditida (桿線虫目)
Ascaridida (蛔虫亜目)
Ascaridoidea (蛔虫上科)
Anisakidae (アニサキス科, 海蛔虫科)
Anisakinae (アニサキス亜科)

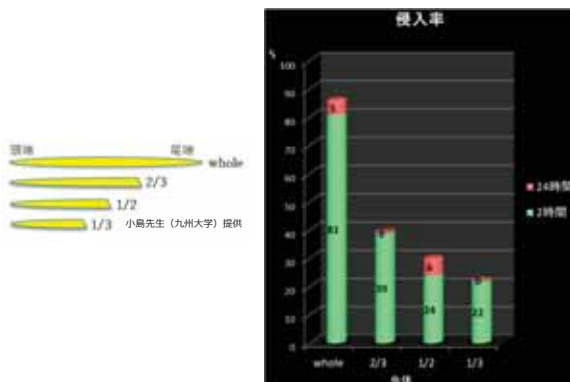
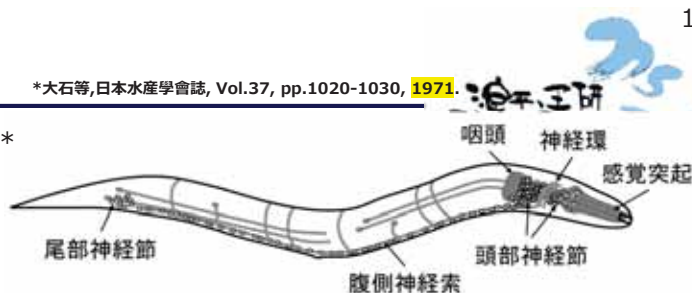
アニサキス
症の原因

Anisakis (アニサキス属)
Pseudoterranova (シュドテラノーヴァ属)
Contracaecum (コントラシーカム属)

- ✓ 太さ0.5~1.0mm、長さ2~3cm程度の細長いミミズのような生物。
- ✓ 体は角皮(クチクラ)及び筋肉、内臓で構成されており、角皮は非常に頑丈である。
- ✓ サバ、アジ、カツオ、サンマなど多くの魚介類(待機宿主)の内臓に寄生している。
- ✓ ヒトが刺身と一緒に生きたアニサキスを取り込むと、アニサキスが胃壁や腸壁に刺入し、激しい腹痛を引き起こす。
アニサキス症=アニサキス食中毒



温度：60℃以上1分以上、-20℃24時間以上*
殺菌灯：魚肉中アニサキスには効果なし*
超音波：魚肉中アニサキスには効果なし*
放射線：魚肉中アニサキスには効果なし*
高圧力：200MPaでも効果なし
切断：1/2に切断しても、刺入可能
調味料・添加物：通常時間では顕著な効果なし*



生鮮魚介類を扱う飲食店・販売店・調理施設・給食施設などの皆さまへ

アニサキスによる食中毒を予防しましょう

生鮮魚介類に寄生したアニサキスによる食中毒が発生しています

アニサキスの特徴

- ◆寄生虫（線虫類）
- ◆約2cm～3cmで、白色の少し長い糸状
- ◆アニサキス幼虫が寄生している魚介類
サバ、アジ、サンマ、カツオ、イワシ、サケ、イカなど

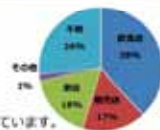


食中毒の症状

- ◆アニサキス幼虫が寄生する生鮮魚介類を食べた後、
- ◆数～十数時間後に、激しいみぞおちの痛み、吐き気、嘔吐、
- 急性胃アニサキス症
- ◆十数時間後以降に、激しい下腹部の痛み、
- 急性腸アニサキス症

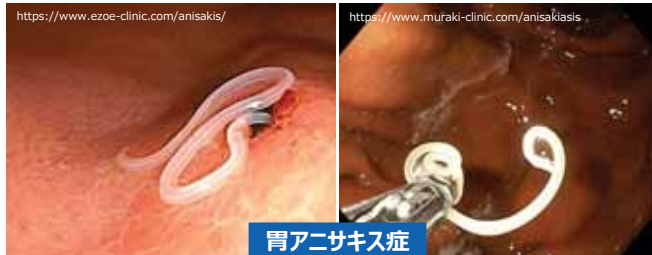
食中毒発生状況

- ◆アニサキスによる食中毒の50%以上が飲食店又は販売店で発生しています。



<https://www.ezoe-clinic.com/anisakis/>

<https://www.muraki-clinic.com/anisakiasis>



胃アニサキス症

まずは、鮮度を徹底！目視で確認！

- ◆新鮮な魚を選び、速やかに内臓を取り除く。

※アニサキス幼虫は寄生している魚介類が死亡し、死後が経過すると、内臓から腸管に移動することが知られています。内臓が付いた魚を仕入れた場合は、速やかに内臓を取り除きましょう。

- ◆魚の内臓を生で提供しない。

- ◆目視で確認して、アニサキス幼虫を除去する。



※新鮮な魚を選び、速やかに内臓を取り除く。

さらに、冷凍・加熱が有効！

- ◆冷凍する。（-20℃で24時間以上）
- ◆加熱する。（70℃以上、または60℃なら1分）

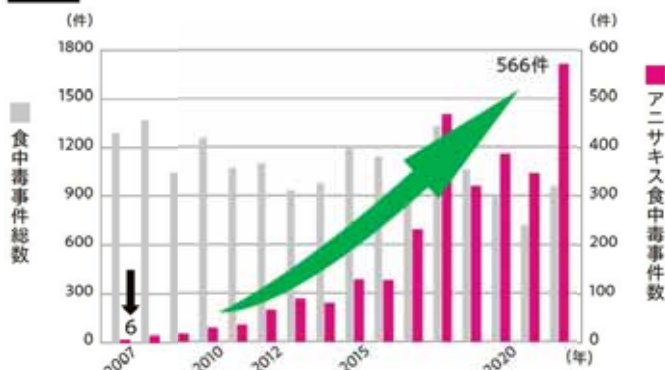
※一般的な料理で使う食料での処理、塩漬け、しょうゆやわさびでは、アニサキス幼虫は死滅しません。

厚生労働省ホームページ「アニサキスによる食中毒を予防しましょう」をご覧ください。
<http://www.mhlw.go.jp/stf/sesakunitsuite/bunya/0000042953.html>

厚生労働省

- ✓有効な治療薬はなく、対処療法となる。
- ✓胃壁刺入（96%）の場合、内視鏡による除去。腸壁刺入（4%）の場合、開腹による除去、若しくは痛み止め服用の上4～5日程度の我慢。
- ✓アニサキス症は食中毒として保健所への届け出が必要、食料店や購入店舗へ1～3日程度の営業停止命令が下りることも…

図表3 食中毒事件総数およびアニサキス食中毒事件数の推移



- ✓ アニサキスの認知拡大
- ✓ コールド物流の発展
- ✓ 産卵可能な宿主（海獣）の増加

<https://president.jp/articles/-/84499?page=3>
Sugiyama H, et al. Emerg Infect Dis. 2022;28(10):2105-2108. doi: 10.3201/eid2810.220627
内閣府食品安全委員会ファクトシート（アニサキス症）平成26年12月9日

Reported and estimated number of patients with anisakiasis, Japan, 2018-2019

Year	Food poisoning cases*	Health insurance claims	
		No. in database†	Nationwide estimates‡
2018	478	991	21,511
2019	336	766	17,962
Average	407	878.5	19,737



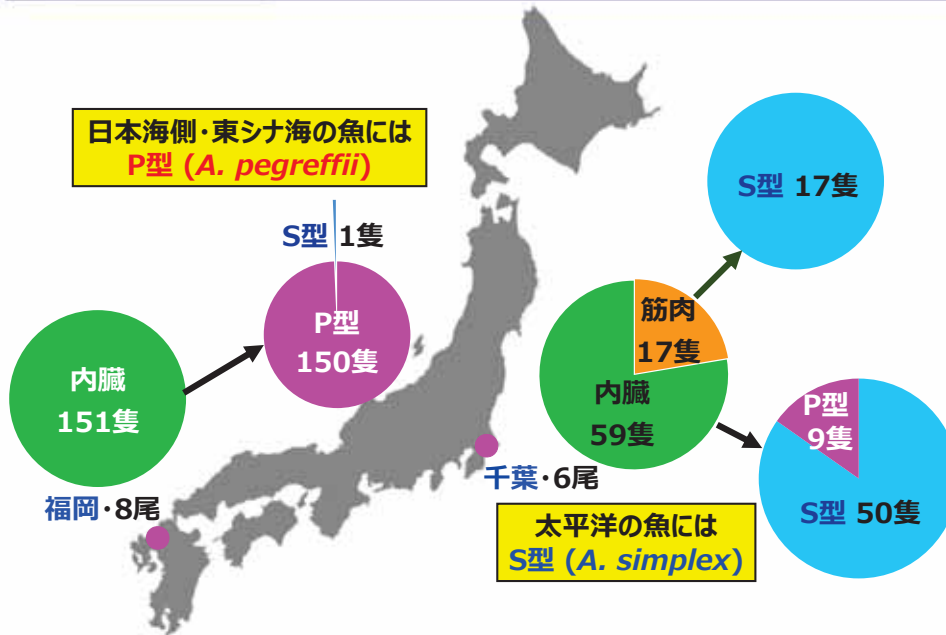
小売・飲食業

- ✓ 生を好む客が離れることによる機会損失
- ✓ アニサキス症発生による営業停止・営業禁止
- ✓ 風評被害による集客力低下（数か月に及ぶことも）
- ✓ 経営者・従業員の抱える過度なストレス

消費者

- ✓ アニサキス症の治療費14億円（2万人×7万円保険適用前）
- ✓ 胃壁や腸壁（経皮）を介した感作の成立
 - アニサキスアレルギーへの移行
 - 魚介類やそれを原料とした出汁などの摂食不可
 - 著しいQOLの低下

一般社団法人 アニサキスアレルギー協会
Anisakis Allergy Association



✓冷凍アニサキス殺虫

-20℃での24時間以上の冷凍

・100%殺虫が可能

・冷凍による品質低下

凍結により、細胞中にて氷晶が形成され、その結果、細胞膜が破壊される。
細胞内氷晶は解凍時にドリップとして流出し、その身質はスポンジ化して章句品としての質が低下する。

・解凍表示義務

その表示は商品価値を著しく低下させる。



✓目視によるアニサキス除去

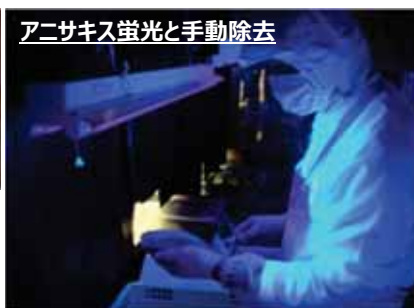
アニサキスライトによる視認性向上とアニサキスの手動除去

・100%除去は不可能

刺身内にいるアニサキスが不可視である。
ヒューマンエラーによる取りこぼしが出る。

・膨大な人件費及び大容量処理に不向き

高い技能を持つ者が神経を使いながら、アニサキスをピンセットで除去しており、その所要時間は15秒/枚（サバフィーレ）となっている。



CODEX（食品の国際規格）

魚類及び水産製品の実施規範（CAC/RCP52-2003）

生食には-35℃20時間、-20℃7日間以上の冷凍を予防法として挙げている。

アニサキスの死滅には-20℃24時間以上の冷凍が効果的としている。

FDA（アメリカ食品医薬品局）

Fish and Fishery products Hazards and Control Guidance-4th Edition

生食には-35℃15時間、-20℃7日間以上の冷凍を勧告している。

2015年8月より、ニューヨーク市は、生食について、業者へ冷凍処理を義務付けている。（ネバダ州、バージニア州にも）

EFSA（欧州食品安全機関）

Regulation(EC) No.1276/2011

生食には-30℃15時間、-20℃24時間以上の冷凍を予防法として挙げている。

2011年12月より、生食については、業者へ冷凍処理を義務付けている。

厚生労働省：

新鮮なうちに内臓を取り除き、目視確認でのアニサキスの除去を推奨している。

CODEX規格を参照し、-20℃24時間以上の冷凍を推奨している。

全世界のアニサキス症患者の90%以上が日本人である。（内閣府食品安全委員会ファクトシート（アニサキス症）平成26年12月9日）

2011年6月以降、住肉胞子虫対策として、生食用「馬刺し」は規定の冷凍処理後に流通・販売をするようにガイドラインが設けられた。

2012年12月より、食中毒事件票に「アニサキス」「クドア」「サルコシステス」を追加し、個別集計が始まる。

海外は冷凍へ
舵を切っている

水産・小売り・飲食
業の方々の50年
にも及ぶ懸命な努
力の賜物と思って
います。



欧米 冷凍規制

馬肉 冷凍規制



日本
除去

アニサキス症患者

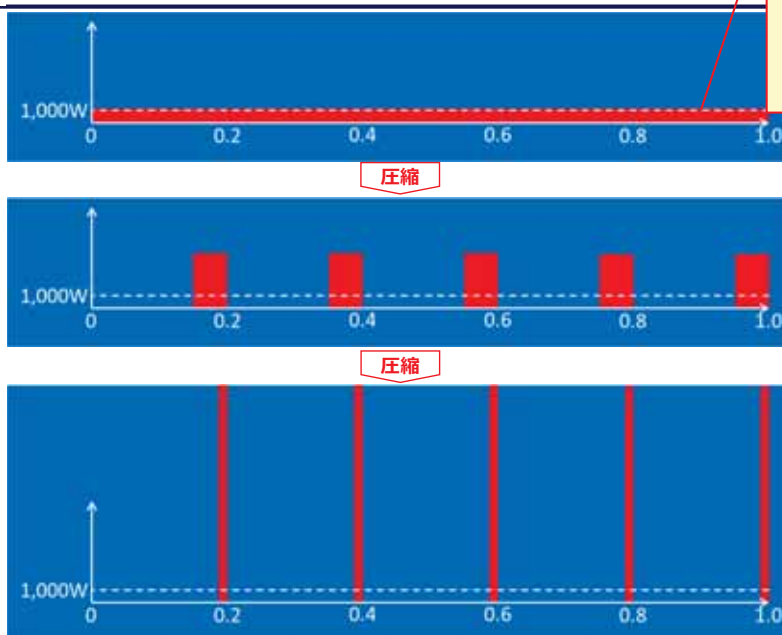
- 年500~600件の食中毒事件数
- 年2万人罹患との推計
- 世界において90%以上が日本人

水産業・小売業・飲食業で懸命に除去されているものの、アニサキス食中毒は増加
→身に潜ったものは除去が不可能
→営業停止や取引停止
→日本における冷凍規制発令
→日本においても生の刺身×

次世代の日本人、世界中の人々へ
冷凍解凍刺身一択ではなく、
生の刺身という選択肢を残す技術が完成
パルスパワーによる殺虫



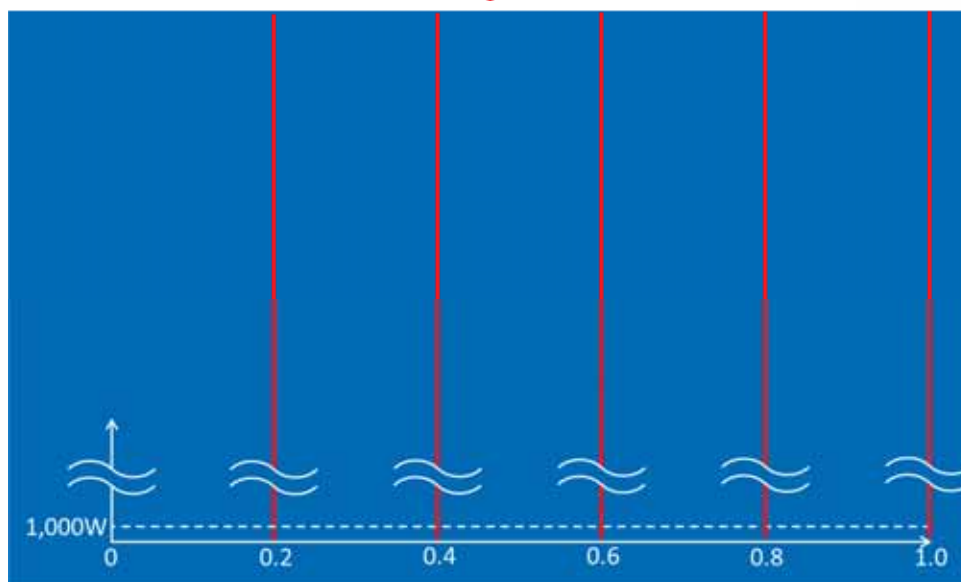
- ✓ 生の刺身がおかれている状況は？
- ✓ 新しいアニサキス撃退法→パルス電流殺虫技術
刺身の鮮度をそのままにアニサキスを殺虫する
パルスパワーとは？
- ✓ アニサキス殺虫装置の実力は？
アニサキスの殺虫と刺身の品質維持を両立！
- ✓ 社会実装への道のりは？



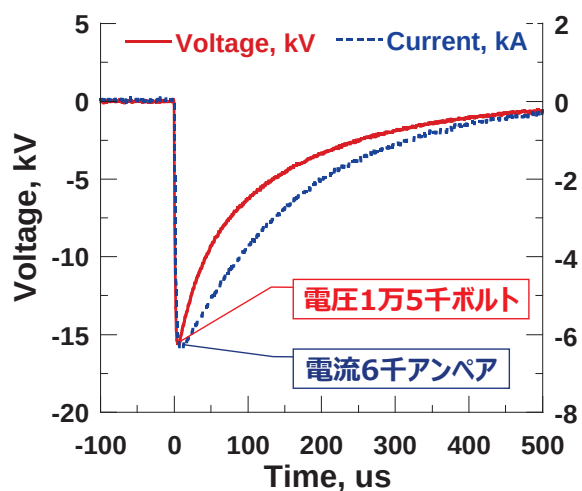
面積 = 電力 × 時間
 = 消費エネルギー
 = 消費電力量
 = 電気代
 = 17円/kWh



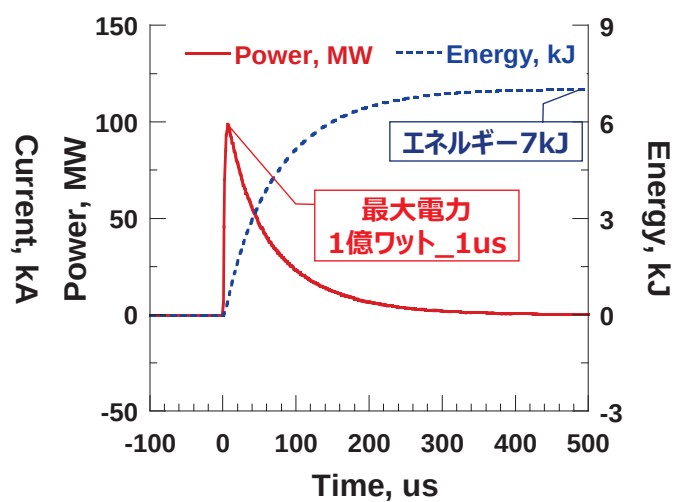
圧縮



電圧・電流



電力・エネルギー





僅かな時間ではあるが、 繰り返し得られる超巨大電力

大電力

→電気エネルギーのできる仕事格段に増加

短時間

→最小エネルギーにて仕事を遂行（省エネ）

繰り返し

→緩和時間（状態）を制御・活用



大電力（電力＝電気力）

直流や交流電力由来の電気エネルギーでは
成し得ない大きな仕事を達成可能である。

弱い力では、
いくら時間をかけても、
岩は動かない！

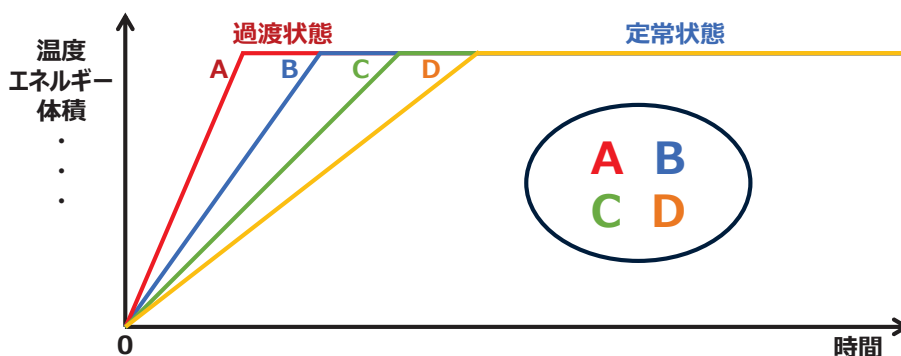
岩を動かす＝仕事をする

強い力を瞬間的
にかけることで、
岩を動かせる！

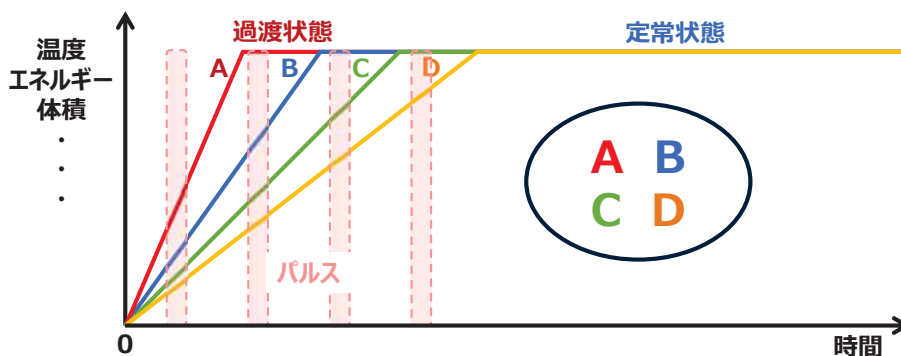


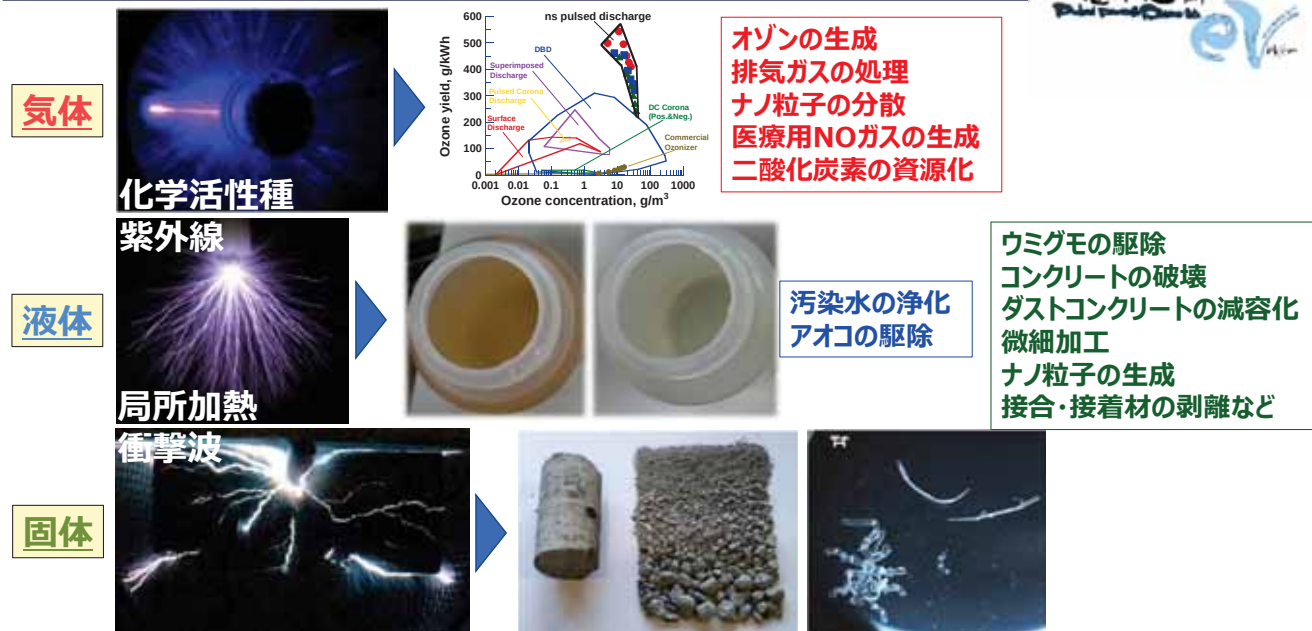
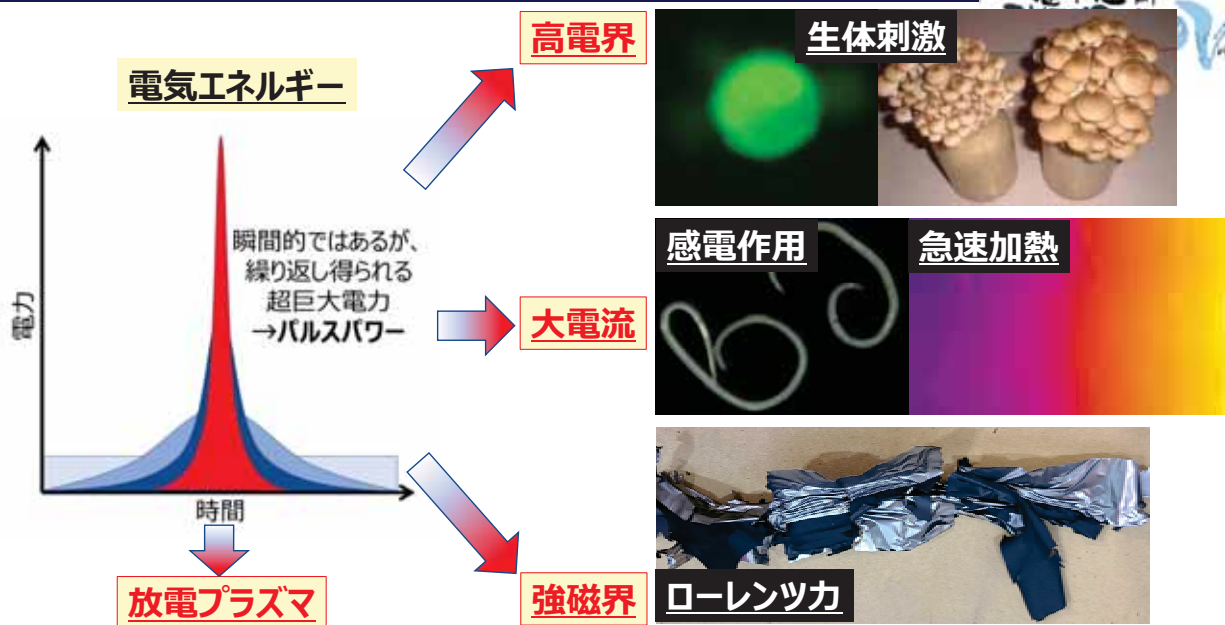


一方は加熱、もう一方はそのまま
一方は膨張、もう一方はそのまま
一方は活性化、もう一方はそのまま



一方は加熱、もう一方はそのまま
一方は膨張、もう一方はそのまま
一方は活性化、もう一方はそのまま



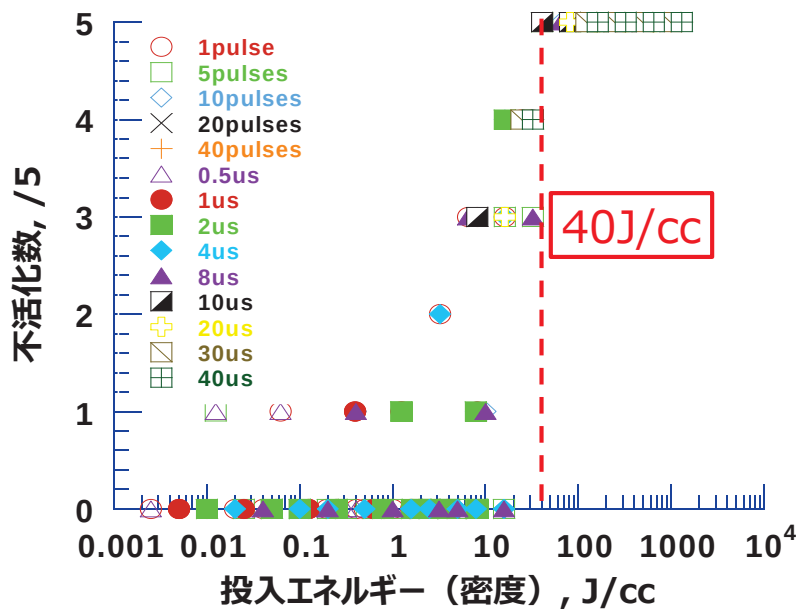




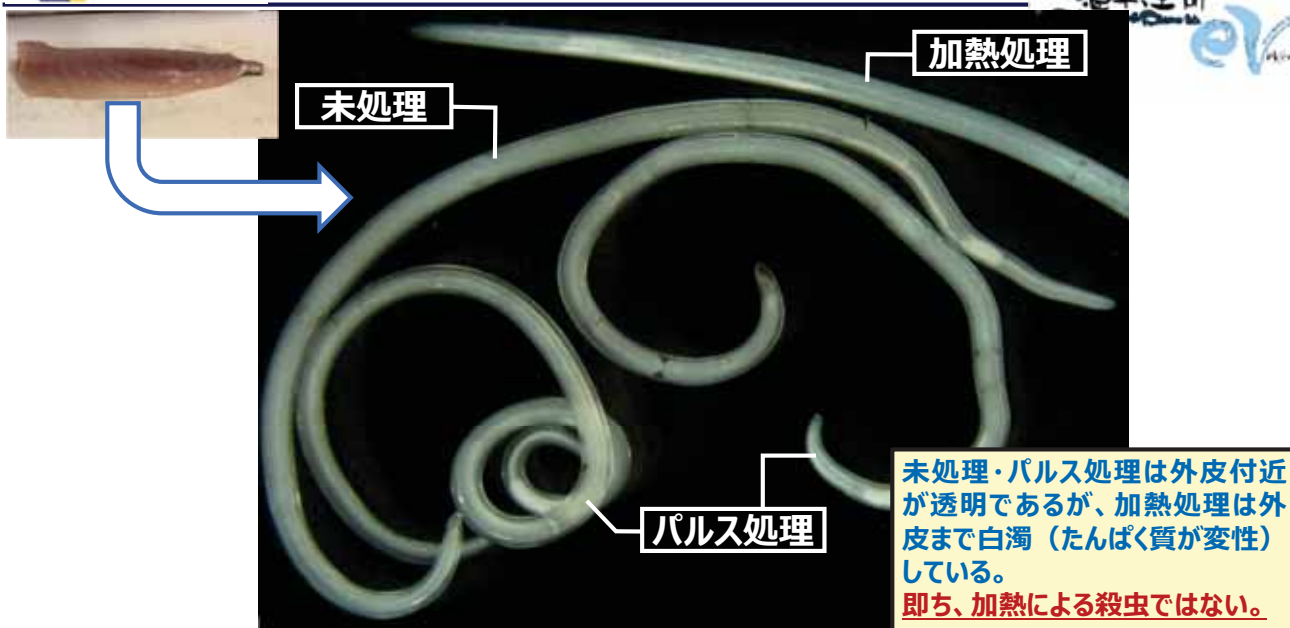
- ✓ 生の刺身がおかれている状況は？
- ✓ 新しいアニサキス撃退法→パルス電流殺虫技術
刺身の鮮度をそのままにアニサキスを殺虫する
パルスパワーとは？
- ✓ アニサキス殺虫装置の実力は？
アニサキスの殺虫と刺身の品質維持を両立！
- ✓ 社会実装への道のりは？



アジフィレと同等の
電気的特性を持った
塩水を使用



アジフィレと同等の電気的特性を持った塩水を使用





パルス電源

フィレ処理槽

高精度塩水生成装置



小容量処理
～数百kg/日
小型化可能



パルス電源

フィレ処理槽

大容量処理
～数トン/日
低処理単価

熊本大学 アニサキス殺虫処理過程



①処理BOXへの投入



②処理槽への投入



熊本大学 アニサキス殺虫処理過程



③処理開始



④処理中



熊本大学 Kumamoto University アニサキス殺虫処理過程

⑤処理槽からの取出



⑥処理BOXからの取出



熊本大学 Kumamoto University アニサキス殺虫の実証

44

10隻のアニサキスを仕込んだアジフィレを60枚（10隻×60枚＝600隻）、
1隻のアニサキスを仕込んだアジフィレを400枚（1隻×400枚＝400隻）、
を作製し、1万5千ボルト・350回のパルス処理条件にて、順次、アニサキス殺
虫試験をおこなった結果、

1,000隻全てのアニサキスの殺虫※

を確認した。

※処理直後、24時間後、48時間後（生死判定時以外は冷蔵保管している。）に、37℃に加温したアニサキスへ物理的的刺激を与え、反応のないものを死と判定

パルス処理及び未処理アニサキス50隻ずつを
それぞれ4羽のウサギへ投与した動物感染試験の結果、

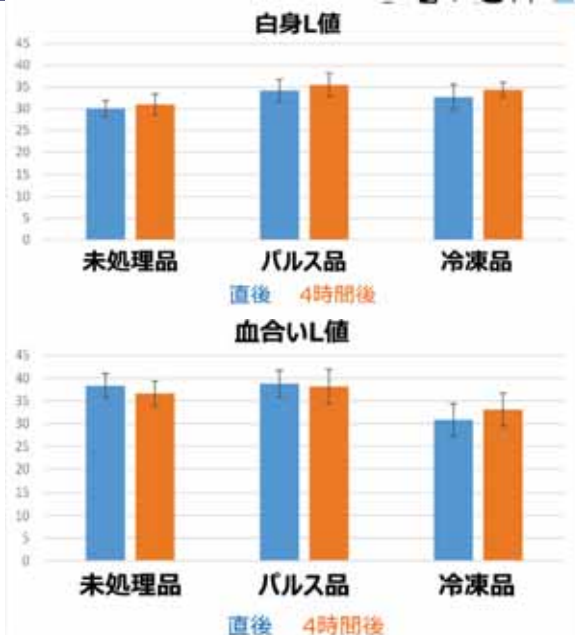
パルス処理による アニサキス症予防効果

を確認した。

未処理



パルス処理

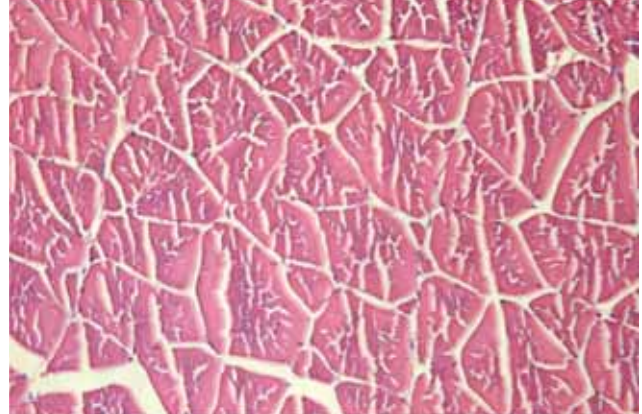


2%パラホルムアルデヒド/2.5%グルタルアルデヒド液固定、パラフィン包埋、4~7μm切片、
ヘマトキシリン/エオジン（HE）染色、光学顕微鏡観察

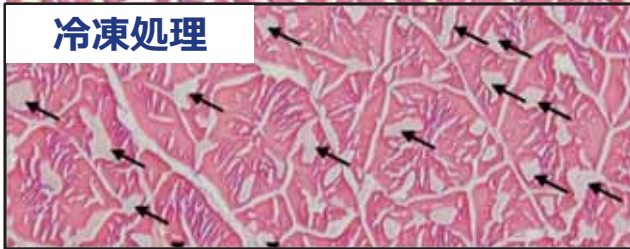
未処理



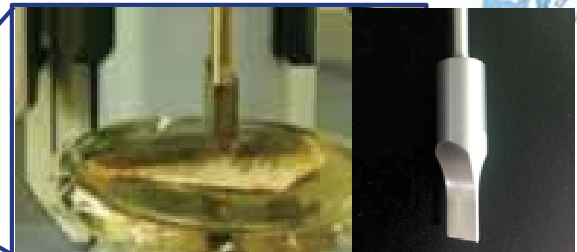
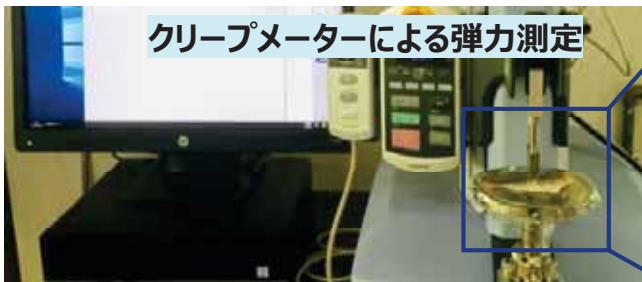
パルス処理



冷凍処理

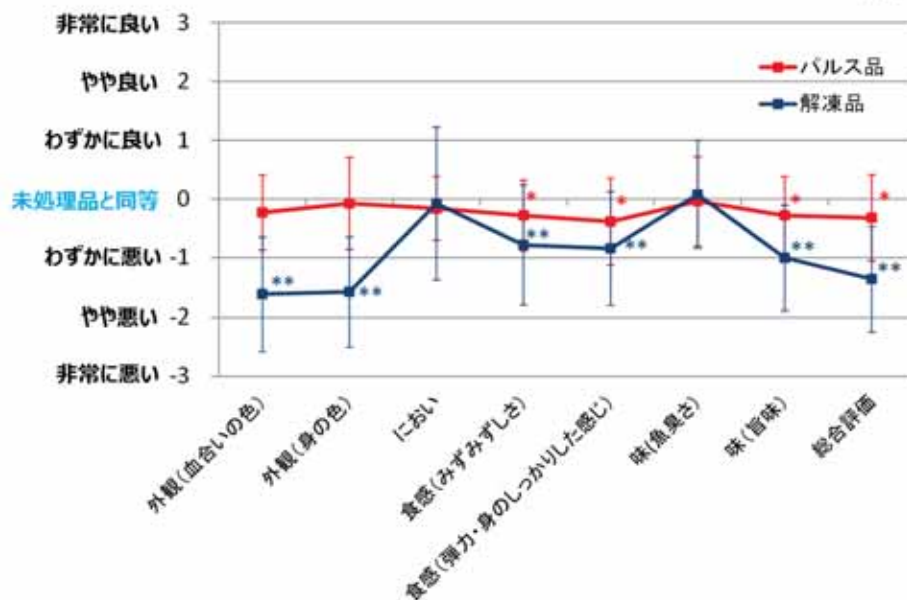
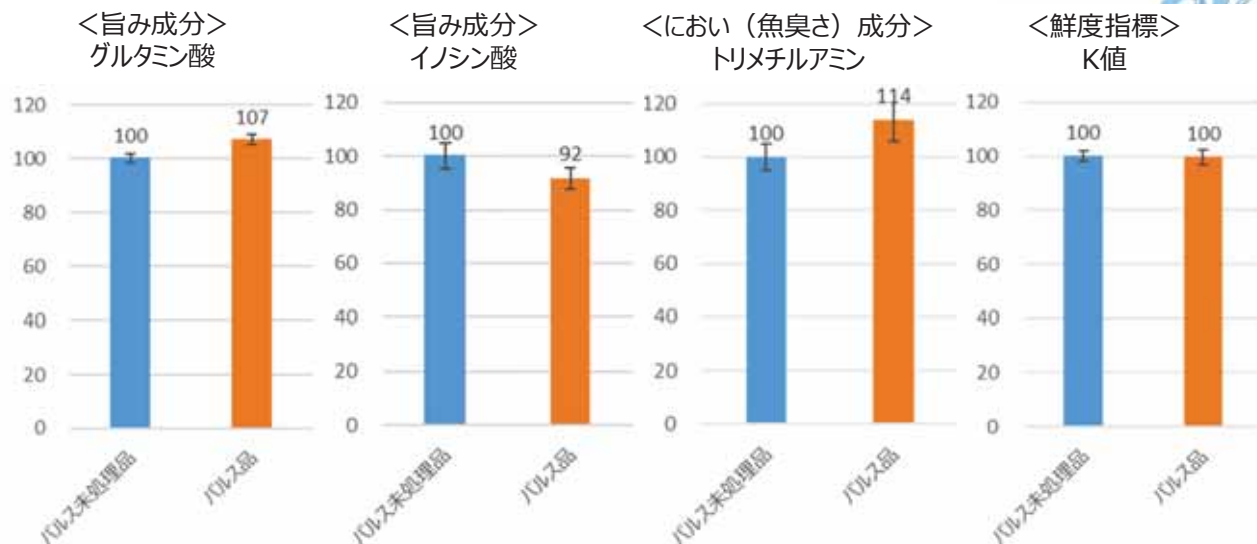


クリープメーターによる弾力測定



		コントロール品 平均(標準偏差)	パルス品 平均(標準偏差)	t検定	解凍品 平均(標準偏差)	t検定
弾性（↑ぷりぷり感）	弾性率 [N/mm ²]	10.79(2.08)	10.26(1.51)	n.s.	6.98(1.18)	* *
硬さ（↓ぼそぼそ感）	破断試験力 [N]	3.04(0.54)	3.15(0.46)	n.s.	2.61(0.41)	*
	弾性率/変位10%試験力	74.11(17.50)	71.10(18.85)	n.s.	56.52(14.46)	* *
	弾性率/変位15%試験力	42.50(9.97)	39.65(10.83)	n.s.	34.30(10.12)	*
	弾性率/変位20%試験力	26.74(6.67)	24.10(6.85)	n.s.	22.62(7.34)	n.s.
もろさ（↓ばさばさ感）	もろさ荷重/破断試験力	0.26(0.16)	0.26(0.14)	n.s.	0.15(0.12)	*

n.s.: 非有意 * : $p < 0.05$ * *: $p < 0.01$





ANNnewsCH
<https://www.youtube.com/watch?v=bteziHBezyw>
 RKB毎日放送NEWS
https://www.youtube.com/watch?v=m_XlhrLuSSk

✓ 微生物検査

5℃保存での経時変化を測定

	一般生菌数	大腸菌群数
保存 0日	陰性（300個未満/g）	陰性
2日	陰性（300個未満/g）	陰性
4日	陰性（300個未満/g）	陰性

✓ ヒスタミン※等有害物質検査

5℃4日間保存後、ヒスタミン量を測定

検出なし（2.5ppm未満、JSF社内基準：50ppm）

※ヒスタミン：アレルギー様食中毒の原因物質。
 ヒスタミン産生菌によって食品中のヒスチジンから産生される。



厚生省告示第370号「食品、添加物等の規格基準」

第3 器具及び容器包装

A 器具若しくは容器包装又はこれらの原材料一般の規格

- 6 電流を直接食品に通ずる装置を有する器具の電極は、鉄、アルミニウム、白金 及びチタン以外の金属を使用してはならない。ただし、食品を流れる電流が微量 である場合にあっては、ステンレスを電極として使用することは差し支えない。

パルス回数	含有量 (mg/L)			
	Ti	Cr	Fe	Ni (※)
0	ND	0.01	0.01	0.00
1000	ND	0.01	0.01	0.00
2000	ND	0.00	0.01	0.00
3000	ND	0.01	0.01	0.00
4000	ND	0.00	0.01	0.00
5000	ND	0.01	0.01	0.00



パルス処理刺身の色味及び筋組織、食感、うまみ、におい、鮮度、官能について評価をおこなった結果、

パルス処理による刺身品質の維持

を確認した。



アジ刺身に潜むアニサキスの無害化

→殺虫できることを実証済み

パルス電流殺虫装置の製作

→パルス電源を含んだ構築が可能であることを実証済み

アジ刺身へのパルス処理の影響

→生と同等であることを実証済み



予 防 策	処理法	処理時間	殺虫率＝ アニサキス症予防	アニサキス症リスクフリー刺身としての メリット	デメリット
冷凍	-20℃	24時間	100%	長期保管可	長時間処理 要保管スペース 要冷凍運送 商品価値低下
パルス	瞬間的 大電流	数分	100%	短時間処理 保管スペース不要 低コスト＞除去 未処理と同品質 省エネ＞冷凍	長期保管不可 新しい技術

パルス大電流を用いた新しいアニサキス殺虫技術

この技術を早期に社会実装化し、日本の水産業を盛り上げるきっかけの一つとするべく、皆様のご協力を賜れますと幸いです。



僅かな時間ではあるが、 繰り返し得られる超巨大電力

大電力

→電気エネルギーのできる仕事及格段に増加

短時間

→最小エネルギーにて仕事を遂行（省エネ）

繰り返し

→緩和時間（状態）を制御・活用



僅かな時間ではあるが、 繰り返し得られる超巨大電力

大電力

→刺身に潜むアニサキスでさえ感電死せしめる

短時間

→刺身の温度上昇やダメージを最小化

繰り返し

→刺身の冷却時間を確保



ANNnewsCH
<https://www.youtube.com/watch?v=btezjhBezyw>



ここでは主に日本における寄生虫学の歴史を紹介している。日本では明治以降、多くの寄生虫学者が新しい寄生虫を発見し、生活史の解明や感染の予防などに貢献した。緒方驥によって育てられた日本の寄生虫学は幅広い研究の結果進歩を遂げ、世界の寄生虫病根絶の問題解決に大きな役割を果たしている。



ここでは主に日本における寄生虫学の歴史を紹介している。日本では明治以降、多くの寄生虫学者が新しい寄生虫を発見し、生活史の解明や感染の予防などに貢献した。諸先輩によって育てられた日本の寄生虫学は幅広い研究の結果進歩を遂げ、世界の寄生虫病根絶の問題解決に大きな役割を果たしている。



生野菜、生ジュース、生ビール、生クリーム、生チョコ、生キャラメル、・・・たくさんの「なまもの」に囲まれ、それが大好きな日本人。飽くなき食への探求心から生まれる独創的な日本料理！

アニサキスやその他食品媒介寄生虫のリスクに怯えることなく、生の刺身や鮮馬刺しをおいしく楽しめる、そんな世の中を創造したい！

「生の刺身が食べたい・食べてほしい」そのお気持ちをいつまでも持ち続けていただくことで、我々は社会実装という目標に向かって走り続けることができます。

国プロなどの大型予算への採択には、生食文化の経済的価値を示す指標となる情報が必要不可欠です。何かございましたら、ぜひお聞かせください。



（目的）第3条

本会はパルス電流殺虫技術の有効利用に関する調査、研究、開発並びに提言を行い、おいしくかつ安心・安全な生鮮食品（魚介類、畜肉類、青果類）の提供及び食品由来寄生虫症の制圧を目的とする。

（事業）第4条

本会は第3条の目的と達するために、次の事業を行う。

- (1) アニサキス殺虫装置プロトタイプ機及びその開発のための試験機を利用した研究開発。
（会員間にて情報共有できる試験などは無償実施。）
- (2) 殺虫装置（卓上スケールなどの小型装置を含む。）及び殺虫済商材の普及並びにビジネスモデルの構築・提言。
（フィールド試験を兼ねたプロトタイプ機の優先配布などを含む。）
- (3) アニサキス症など食品由来寄生虫症に関する最新情報収集。
- (4) 大型のナショナルプロジェクトや各種助成への共同申請による研究開発費の調達。
- (5) 年2回のパルス電流殺虫技術研究会（定例会）の開催。

