琉球大学学術リポジトリ

[総説]パインアップル高度利用「リキッド・発酵コラーゲン・ペプチド(LCP)」の開発背景と栄養・生理機能特性について：第1報 LCPの開発背景

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 梶原, 葉子, 芳山, 恵則, KAJIWARA, Yoko, YOSHIYAMA, Shigenori メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016557

総　説

パインアップル高度利用「リキッド・発酵コラーゲン・ペプチド（LCP）」の開発背景と栄養・生理機能特性について 第1報　LCPの開発背景

梶　原　葉　子・芳　山　恵　則
（新田ゼラチン株式会社*）

Yoko KAJIWARA and Shigenori YOSHIYAMA : Development of LCP (Fermented Liquified Collagen Peptide) by Utilizing Pineapple and Its Nutritional and Physiological Characteristics. (1) Circumustances of Developing LCP

緒　言

コラーゲンは動物体中に最も多く存在する蛋白質で骨や皮，結合組織などに多く含まれており，動物体中にあってはその体型維持の役割を果たすなど植物体中の繊維素の役割に似ている．水に不溶，酸アルカリの作用も受けにくいが，水と加熱するとある温度で急激に分子構造の変化をきたし変性して可溶性となる．これがゼラチンであり，現在そのゲル化能，被膜形成能という物理的特性により食品用をはじめ写真用，医薬用と様々な分野で使用されている．

近年，食品の持つ生体調節機能が明らかにされ始めたが，その研究の起源となったのは蛋白質，特にペプチドの研究である．

昔からゼラチンは体に良いと言われ，病院食や手術後の術後食に使われており，また，沖縄ではゼラチンの摂取が他の地域に比べて多いことが長寿の秘訣の1つであるとさえ言われている．そこで，ゼラチンをコラーゲンから捉え直してペプチド化し，栄養生理的機能特性を持つ保健素材として開発したものが『リキッド・発酵コラーゲン・ペプチド（LCP）』である．

本品の製法上の特徴は，一般に酵素製剤により行うコラーゲンのペプチド化を生パインアップル果汁により行い，生体調節機能を発現させ，さらにその糖分，微量栄養素等を栄養源として発酵を行い風味を改質改善し，生体調節機能の発現を強化した点にある．

本品の栄養生理的機能特性としては，現在

①蛋白源としての栄養効果
②消化管粘膜の保護作用による抗潰瘍性
③血圧上昇抑制作用
④骨形成促進作用
⑤発育・免疫能等に関する作用

の5本の柱を立て動物実験を開始している．

この結果については順次報告することとし，本稿ではLCPの開発背景および製品開発等について述べていきたい．

1．食を通じての予防医学

日本人の平均寿命は年々延び続け，今や日本は世界一の長寿国となっている（表1）．これ

表1．平均余命の年次推移（単位：年）

暦年	男		女		男女差	
	0歳	65歳	0歳	65歳	0歳	65歳
昭和22	50.06	10.16	53.96	12.22	3.90	2.06
25～27	59.57	11.35	62.97	13.36	3.40	2.01
30	63.60	11.82	67.75	14.13	4.15	2.31
35	65.32	11.62	70.19	14.10	4.87	2.48
40	67.74	11.88	72.92	14.56	5.18	2.68
45	69.31	12.50	74.66	15.34	5.35	2.84
50	71.73	13.72	76.89	16.56	5.16	2.84
55	73.35	14.56	78.76	17.68	5.41	3.21
60	74.78	15.52	80.48	18.94	5.70	3.42
61	75.23	15.86	80.93	19.29	5.70	3.43
62	75.61	16.12	81.39	19.67	5.78	3.55
63	75.54	15.95	81.30	19.54	5.76	3.59
平成元	75.91	16.22	81.77	19.95	5.86	3.73
2	75.92	16.22	81.90	20.03	5.98	3.81
3	76.11	16.31	82.11	20.20	6.00	3.89

注：1．昭和60年まで、及び平成2年は完全生命表による　（厚生省生命表）
2．昭和45年以前は、沖縄県を除く値である。

*大阪府八尾市二俣2－22

は医学や科学の進歩がもたらした成果である反面，2010年には65才以上の人口が総人口の20％を占めると推定されており，国民所得に対する国民医療費の割合は増加の一途をたどるという問題を生み出している（表２）．

表２．国民所得と医療費

	昭和60年（1985年）	平成11年（2000年）	平成21年（2010年）
国民所得（兆円）	255	460～550	680～940
国民医療費（兆円）	16	43	88
（対国民所得比）	（6.3％）	（約8.6％）	（約11％）
うち老人医療費（兆円）	4	16	36
（対国民医療費）	（25％）	（37％）	（41％）
65歳以上人口（万人）	1247	2134	2710
（対総人口比）	（10.3％）	（16.3％）	（20.0％）
生産年齢人口と65歳以上人口比	5.9:1	3.7:1	2.8:1
年金受給者数（万人）	1840	2700	3300
ねたきり老人数（万人）	60	100	140
痴呆老人数（万人）	60	110	160

生産年齢人口は20～60歳とする。1988年：厚生省、大蔵省

この医療費の削減，根本的に言えば，健康で長生きするために何をすべきなのかという課題に様々な角度から検討がなされる中で，大きくクローズアップされてきたのが疾病と食物の関係である．

栄養摂取量の年次推移をみると（図１），昭

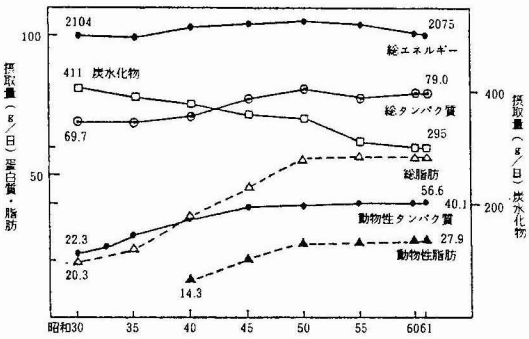


図１．栄養摂取量の年次推移
（厚生省 国民栄養調査）

和30年と比較して，エネルギーはほとんど変化していないにもかかわらず，総脂肪量は2.7倍，内動物性脂肪は３倍，総蛋白量は1.14倍，内動物性蛋白は1.8倍と増加し，総炭水化物量は0.7倍に減少している．

一方，主要死因の年次推移をみると（図２），

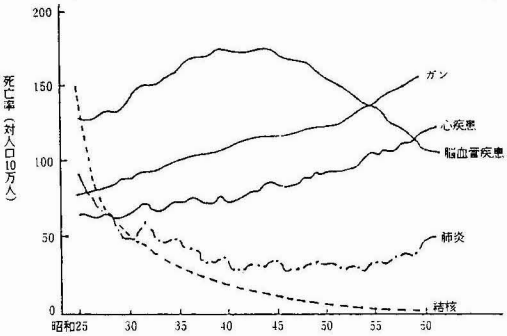


図２．主要死因の年次推移
（厚生省 人口動態統計）

結核，肺炎などの感染性の疾患から，ガン，心疾患といった所謂成人病，老化病といわれる疾患へと推移している．このような死亡原因の変化は栄養摂取量の変化と対応させて考えることが出来る．結核や肺炎の減少は戦後の栄養状態の改善と抗生物質の普及によるものであり，昭和40年以後の脳血管疾患の減少は蛋白質の摂取の増加が脳血管の強化をもたらし，日本人に多かった脳溢血を減少させたためと考えられている．また，心疾患の増加は動物性脂肪の摂取増加に代表される欧米型食事への移行とストレスの多い現代社会の産物であるとも言われる．

食物と疾病が密接な関係にあることは世界的にも多くの疫学的調査から明らかになっており，日々の食事から健康を維持増進していく，つまり，食を通じての予防医学という考えがなされるようになってきたのである．

２．機能性食品の出現[1, 2]

「疾病と密接な関係にある食品の質を記述するには，物質としての特性ではなく，それを摂取する側の生体に対して及ぼし得る効果によって評価すべきである」という立場で行われた研究が文部省特定研究「食品機能の系統的解析と展開」である．昭和59年から３年間東京大学名誉教授の藤巻正生氏を代表者に，農学・医学・薬学・工学の各分野から総勢90名の研究者で組織された（表３）．

表3．昭和59～61年度文部省特定研究「食品機能の系統的解析と展開」（代表者：藤巻正生）の班組織と分担課題

食品機能の解析　　班長：岩井和夫（京大・農）

Ⅰ．一次機能の解析
- (1) 生体による栄養素の認識機能
- (2) 摂取後顕在化する機能性分子
- (3) 食品栄養の新しい判定基準

Ⅱ．二次機能の解析　班長：河村洋二郎（阪大・歯）
- (1) 感覚応答および摂食行動
- (2) 香味と化学感覚
- (3) 食品物性と物理感覚

Ⅲ．三次機能の解析　班長：多田富雄（東大・医）
- (1) 免疫調節成分
- (2) 体調調整成分
- (3) 新しいアッセイ系の開発

Ⅳ．病態と食品機能　班長：井村裕夫（京大・医）
- (1) 老人病を対象とした解析
- (2) 成人病を対象とした解析
- (3) 疾患時の特殊栄養の解析

機能性食品創製への展開

Ⅴ．劣化抑制と安全検証
班長：松下雪郎（京大・食研）
- (1) 食品成分の劣変とその制御
- (2) 変異原性の防除
- (3) 有毒因子の除去と安全性の確保

Ⅵ．食品素材の品質変換操作
班長：矢野俊正（東大・農）
- (1) 物理的変換
- (2) 生化学的変換
- (3) 生物工学的変換

Ⅶ．機能性食品の設計・構成
班長：山内邦男（東大・農）
- (1) 機能性食品の類型と設計基準
- (2) 機能性食品の構成と総合的評価

（化学と生物　Vol. 25, No 2）

この中で食品にはこれまでの栄養機能（一次機能），美味しさ・テクスチャーといった感覚機能（二次機能）に加えて，生体を調節する機能・三次機能があると唱えられた．そして、この三次機能・生体調節機能を発現できるように設計された食品こそが機能性食品であるとして機能性食品の概念が造られたのである（図3）．

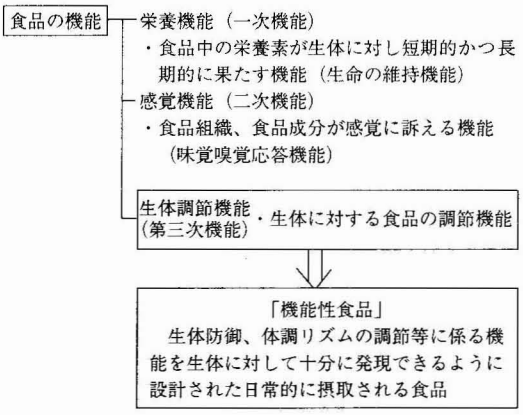


図3．機能性食品の概念（厚生省資料）

つまり，機能性食品は効能効果的には医薬品に近く，形状的には一般食品に近いものであり（図4），機能としては生体防御，疾病の防止，

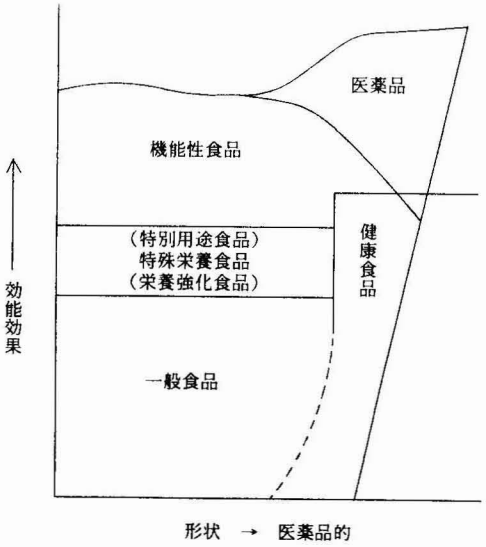


図4．機能性食品の位置づけ（厚生省資料）

疾病の回復，体調リズムの調節，老化抑制に分けられ，様々な種類の食品が設計される（図5）．

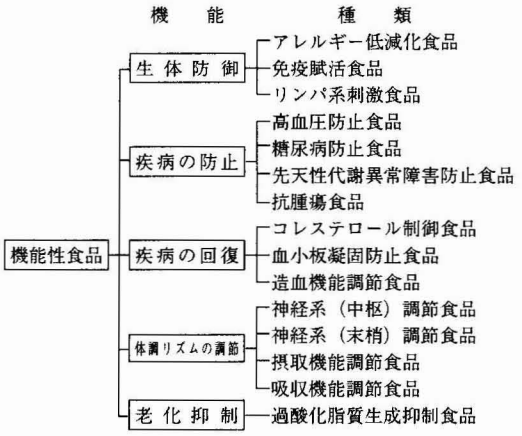


図5．機能性食品の機能別分類（厚生省資料）

この機能性食品の斬新性，話題性は産官学の間に大きなインパクトを与え，種々の検討がなされる中，平成3年9月，厚生省において特定保健用食品として制度化されたが（図6），文部省においては現在特定研究の第3期を迎え研究が継続されている（表4）．

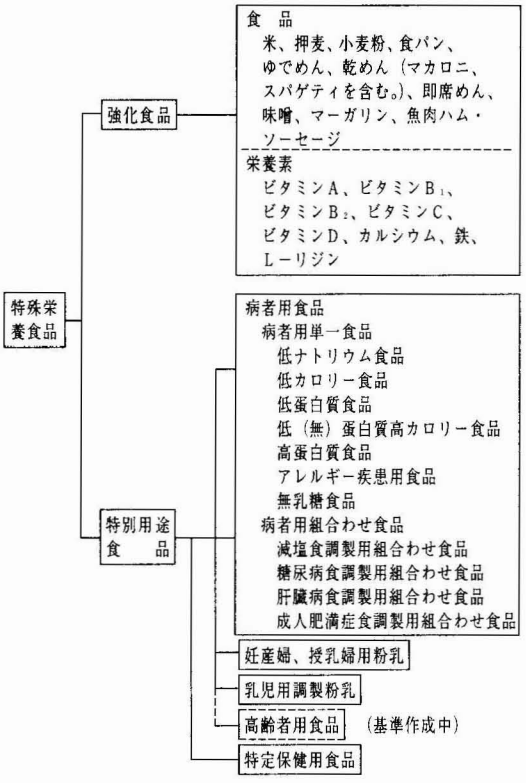


図6．特定保健用食品の制度化（厚生省資料）

表4．文部省特定研究

第1期　1984～1986年度（S59～61）
　テーマ：「食品機能の系統的解析と展開」
　代表者：東京大学　農学部　名誉教授　藤　巻　正　生
第2期　1988～1990年度（S63～H1）
　テーマ：「食品の生体調節機能の解析」
　代表者：京都大学　農学部　名誉教授　千　葉　英　雄
　Ⅰ．食品加工中に生成する生理機能物質
　Ⅱ．食品脂質の新しい生体調節機能
　Ⅲ．食品と免疫
　Ⅳ．食品アレルギーの低減化
　Ⅴ．食品関連の発がんプロモーション抑制物質
　Ⅵ．食品と病気
　Ⅶ．生体調節因子の微生物生産
　Ⅷ．蛋白質工学による機能性蛋白の改変
　Ⅸ．ホメオスタシスに関する新しい生理活性物質
　Ⅹ．食品由来の新規抗酸化物質
　Ⅺ．食品蛋白質起源の機能性ペプチド
　Ⅻ．新しい食品機能の開発
　　次世代の機能性食品をめざして
第3期　1992～1994年度（H4～H6）
　テーマ：「機能性食品の解析と分子設計」
　代表者：東京大学　農学部　教授　荒　井　綜　一
　Ⅰ．食品の生体調節因子の解析と設計
　Ⅱ．食品の生体防御因子の解析と設計
　Ⅲ．機能性食品設計の技術基盤の展開

（文部省資料）

3．機能性食品研究の起源，ペプチドと蛋白質

機能性食品の素材としては蛋白質，糖質，脂質等様々なものが研究されているが（表5），これら研究の起源となったのが蛋白質，特にペプチドの研究である．

ペプチドは蛋白質が体内で消化されていく中間体であり，これまで蛋白質は体内でペプチド，さらにアミノ酸まで分解され，吸収されてから再合成されて蛋白質になるとされていたが，近年，ペプチドの形でも吸収される．むしろ，その方が多いといわれるようになった[3, 10]．そして，このペプチドに生体を調節する機能があることが明らかにされ始め，乳蛋白，大豆，魚，

表5．食品起源の生体調節因子（生理機能性因子）の分類

作用部位	ペプチド・蛋白	糖　類	脂　質	その他
神経系	オピオイドペプチド		リノレン酸	カフェイン テオブロミン
内分泌系	ミルク中の各種ホルモン（GRH，PRL，EPO，ボンベジンなど） 植物由来の動物ホルモン様物質（LH－RH，TRH，ソマトスタチン様活性）			カプサイシン
消化系	Ca 吸収促進ホスホペプチド 胃液分泌抑制ペプチド 胆汁酸吸収阻害ペプチド プロテアーゼ阻害物質 アミラーゼ阻害物質	ビフィズス活性オリゴ糖 食物繊維		
循環系	アンジオテンシン転換酵素阻害ペプチド 血小板凝集阻害ペプチド 毛細血管透過性昂進ペプチド		エイコサペンタエン酸 パルミトレイン酸 レシチン	タウリン サポニン
免疫系・生体防御系	ファゴサイトーシス促進ペプチド 抗体産生増強ペプチド	抗腫瘍性多糖類		リグニン
	免疫グロブリン，パーオキシダーゼ，ラクトフェリン，各種レクチン		抗エンテロキシン性ガングリオシド	タンニン
細胞分化・増殖系	上皮増殖因子 プロテアーゼ阻害剤		脂溶性ビタミン	フラボノイド

（フード・ケミカル1988－1）

卵等様々なペプチドの研究が進められる中，コラーゲン由来のペプチドにもこのような機能があることが1979年北里大学の大島らにより確認された[4]．

また，厚生省の国民栄養調査によると日本人の蛋白質摂取量は所要量を充足しているとされている（図7）．

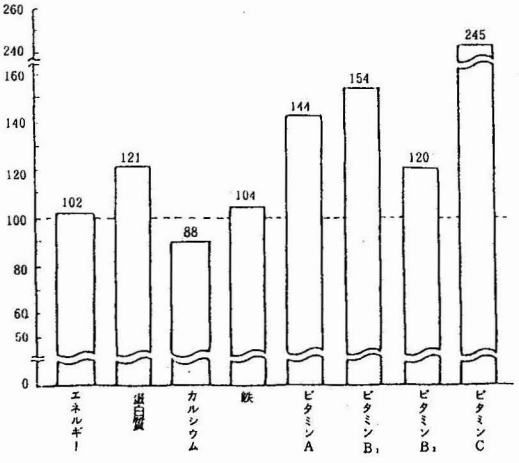


図7．栄養摂取量と調査対象の平均栄養所要量との比較（調査対象の平均栄養所要量＝100）
厚生省　平成2年国民栄養調査

確かに平均値は充足しているが，蛋白質の摂取は個人差が大きく，年代別，生活環境別に細かく見ていくと明らかに足りない層が見えて来る．例えば高齢者の中には加齢に伴い歯が悪くなり，消化呼吸機能が低下してくるため，肉や魚の摂取量が減少し，慢性的な蛋白質不足になっている層があると言われる．また，独り暮らしの若者などにも外食やインスタント食品の多用等により蛋白質不足がみられる．

以上のように，蛋白質においては一次機能の栄養機能についても，また，呈味性，食品物性等の二次機能いずれについても重要なテーマとなっており，美味しく食べやすく生体調節機能を持つ蛋白栄養源の出現が望まれている．

4．リキッド・発酵コラーゲン・ペプチド（LCP）の開発

このような背景の中でゼラチンをみると，ゼラチンは脂肪をほとんど含まない純粋な蛋白質でありながらそのアミノ酸組成から，また，その凝固性から多量に摂取出来ないため蛋白栄養源としては活用されていないのが現状であった．

この凝固性をなくすために，また，生体調節機能を発現させるために液状化，ペプチド化の研究が進められている．一般的には酵素製剤を用いるが，ゼラチンは液状化されにくく、そのため酵素製剤を多量に使うと酵素製剤そのものの風味が出現し，また，ゼラチン特有の臭いもあり，多量に摂取出来るものが得られなかった．

そこで，ゼリーにパインアップル，キウイ等の生果実を使うとゼリーが固まらなくなるという調理上の問題からヒントを得て，各種生果汁を用いたところ[5]，特にパインアップル果汁中に含まれる蛋白質分解酵素ブロメライン等[5, 7, 8]によりキレの良い低粘度の液体が得られた[6]．

しかし，まだゼラチン特有の風味は残存するため，それを発酵させたところ，ゼラチン臭を改質し，芳醇で爽やかな風味を持つコラーゲンペプチドを得ることが出来，また，発酵作用によりさらに生体調節機能の発現を強化することが出来るという可能性も得られた．

これがリキット・発酵コラーゲン・ペプチド（LCP）である．

5．LCPの製造方法

LCPの原料は牛骨，牛皮，豚皮等から抽出するコラーゲンであり，この抽出液に生パインアップル果汁を加え酵素分解，低分子化し，コラーゲン・ペプチド液とする．これに酵母，乳酸菌等の微生物を作用させ，発酵を行い，精製沪過，加熱殺菌，リキッド・発酵コラーゲン・ペプチド液となる．この製造工程を図と写真によって示す（図8，図9）．

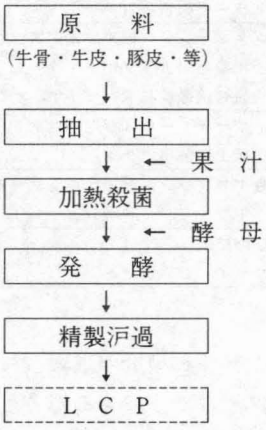
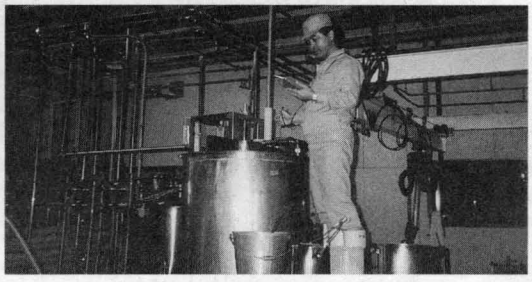


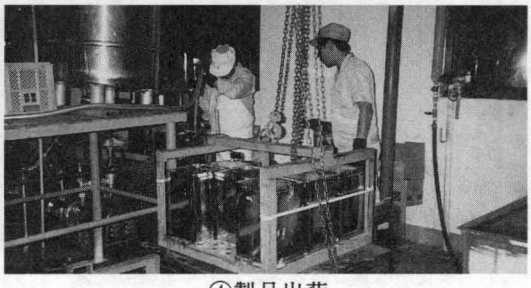
図8．製造工程図

①原料パインアップルの選別



②原料仕込み・温度管理

③発酵工程



④製品出荷

図9．ＬＣＰの製造風景（沖縄県経済連にて生産）

本品は黄金色透明の液体でコラーゲン・ペプチド濃度は蛋白質概算30％，分子量は約5,000である．また，製品には本品をパウダー化した粉末タイプもあり，ペプチド濃度78％である（表6，表7）．

表6．LCPのアミノ酸組成

アミノ酸	1000残基当りの数	重量パーセント（%）
リジン	24.8	3.40
オキシリジン	5.2	0.81
ロイシン	24.0	2.89
イソロイシン	11.3	1.37
バリン	19.5	2.06
スレオニン	16.6	1.79
フェニールアラニン	12.6	1.97
メチオニン	3.9	0.55
グリシン	336.5	20.51
プロリン	129.0	13.36
オキシプロリン	94.1	11.36
アラニン	106.6	8.09
グルタミン酸	72.1	9.93
アルギニン	47.9	7.98
アスパラギン酸	47.3	5.81
セリン	39.2	3.68
ヒスチジン	4.8	0.70
チロシン	4.6	0.80

表7．LCPの品質規格（測定例）

	液　体	粉　末
蛋白質含有量	30.0%	78.0%
脂質　〃	0.2%以下	0.1%以下
糖質　〃	5.0%以下	10.0%
アルコール　〃	1.0%未満	−
水分　〃	63.8%	12.0%
粘度（20℃）	18.0 cp	
pH	4.5	

6．沖縄におけるLCP応用商品開発と地域産業の振興

LCPにおけるパインアップルの活用は沖縄県の基幹作物の高度利用という課題と合致し，県庁および工業試験場の指導支援を受け，LCPの応用商品開発をテーマに，南方資源利用技術研究会特別会員であるオリオンビール社，沖縄県経済連，八重泉酒造社，ヘリオス酒造社，新田ゼラチン社からなる異業種交流融合化グループを結成し，琉球大学はじめ産官学の協力を得て，推進している．

LCPは生体調節機能をもつ美味しい蛋白源として新市場の創造を目指して市場展開を開始した．沖縄におけるLCP応用商品の開発も県内のみならず広く県外にもその市場を求め，地域優位性を持つ商品群として市場を拡大し，地域産業の振興へとつながるものと期待される．

本稿を終えるにあたり，当山清善会長はじめ南資研の皆様，並びに，オリオンビール㈱専務取締役森川豊座長をはじめとする異業種交流融合化グループの皆様，県庁，工業試験場等関係各位のご尽力ご指導に対して厚くお礼申し上げます．

引用文献

1．千葉英雄，吉川正明　1987　化学と生物 25(6)：396.
2．千葉英雄，荒井綜一　1988　化学と生物 26(1)：34.
3．萩平　博　1988　フードケミカル　1988 (11).
4．Osima, G. et al. 1979 Biochimica et Biophysica Acta. 566：128.
5．Rowan,A.D. et al. 1990 Biochem. J., 266 (3)：869.
6．高柳茂代，河村フジ子　1992　日本家政学会誌　43(6)：519.
7．当山清善　1963　沖縄農業　2 (1)：22.
8．山田富美子，村地　孝　1963　別冊　蛋白質　核酸　酵素：217.
9．Yamaguchi, T., et al. 1982 Agric. Biol. Chem. 48(8)：1983.
10．山本　茂　1986　日本栄養食糧学会誌 39(1)：81.