



## 通过 ATP 荧光检测对豆奶生产线进行卫生管理 使用 ATP 法设定 CIP 和 COP 条件以及检查清洗后的清洁度

矢沼 由香

Kikkoman Soyfoods Company  
茨城工厂 饮料生产部 品质管理组

本文是对龟甲万百欧凯米发株式会社矢沼由香于 2014 年 4 月 16 日在日本东京中央区月岛社会教育会馆召开的第 91 次 Lumitester※研讨会上所作演讲的汇总。

※ Lumitester 是龟甲万百欧凯米发株式会社制造并销售的 ATP 检测仪的商品名称。

### 公司简介

Kikkoman Soyfoods Company (总部位于东京都中央区入船) 的前身是成立于 1962 年的 Kamogawa Chemical Industry Co., Ltd.。之后, 于 1983 年更名为 Kibun Health Foods Co., Ltd., 同时接手 Kibun Health Foods Co., Ltd. 的岐阜工厂开始生产豆奶。2008 年成为 Kikkoman Corporation 的全资子公司。2009 年与 2011 年相继更名为 Food Chemifa Co., Ltd. 和 Kikkoman Soyfoods Company。同年, 化工产品部门解体并整合到龟甲万百欧凯米发株式会社, 延存至今。

目前, 我们的饮料工厂包括岐阜工厂 (位于岐阜县瑞穗市宝江, 1983 年投产)、埼玉工厂 (位于埼玉县狭山市新狭山, 2005 年投产并在 2011 年增设杯子生产线) 和茨城工厂 (位于茨城县猿岛郡五霞町, 2013 年投产, 见照片 1)。岐阜和埼玉两工厂于 2013 年获得有关国际食品安全标准的 FSSC 22000 认证。

本文主要介绍 ATP 荧光检测 (ATP 检测) 在茨城工厂的成功应用。

### “生产周期”理念

图 1 简要概括了豆奶的生产流程。由于我们要生



照片 1 Kikkoman Soyfoods Company 茨城工厂 (占地面积约为 38000 平方米; 建筑总面积约为 19000 平方米; 产能约为 90000 盒/天; 员工人数截至 2014 年 3 月约为 60 人)

产品具备较长保质期的产品, 因此该流程中包括“超高温 (UHT) 灭菌” (在超高温下进行短时间的灭菌工序)。

“灭菌工序”和“灌装工序” (图 1 中虚线包含的部分) 尤其需要高水平的卫生管理。

豆奶饮品的 PH 值呈中性, 容易导致细菌的滋生和繁殖, 其所包含的植物蛋白也难以通过清洗而清除。所以设施与设备的清洁度控制 (蛋白质清除) 极为重要。因此, 我们采用了如图 2 所示的“生产周期”理念。用于生产的设施在“清洗”之后再行“灭菌”。在图 1 清洗和灭菌工序之间标★的地方进行 ATP 检测 (照片 2)。只有通过 ATP 检测 (具体工艺见下文) 确认达到足够的清洁度 (无蛋白残留) 之后才能进行灭菌。

饮料厂一般使用两种不同的清洗方法——COP (定位外清洗) 和 CIP (原位清洗)。CIP 主要用于豆奶生产线。该方法无需拆卸生产单元, 通过提供和循环清洁剂实现清洗。

但是, 一部分可分解的设备也可同 COP 并用。

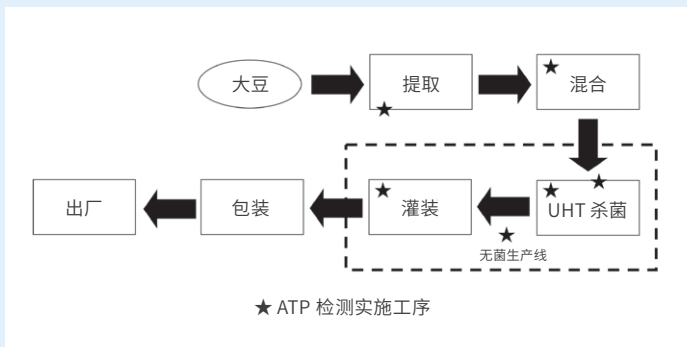


图 1 豆奶生产工艺流程及 ATP 检测点。(茨城工厂在生产流程的安装阶段也进行 ATP 检测。)

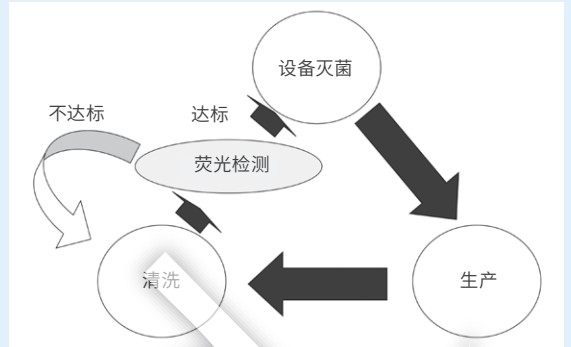


图 2 豆奶生产周期。将设备清洗和灭菌之后开始生产。ATP 检测用于在清洗后检查清洁度

## 用于 COP 的 ATP 检测

进行 COP 的部位包括提取工序中的豆腐渣分离器、混合工序中的过滤器、灌装工序中的低灌装管和浮标以及装杯工序中的喷嘴过滤器。进行 ATP 检测是为了检查 COP 之后的清洁度。

ATP 检测还可用于设定 COP 分解清洗方法标准。例如，混合工序中的过滤器在清洁剂（碱性液体）中的浸泡时间取决于 ATP 的检测结果。对灌装工序中的低灌装管和浮标以及装杯工序中的喷嘴过滤器的超声波清洗时间同样由 ATP 检测结果决定。

## 用于 CIP 的 ATP 检测

图 3 简要概括了“混合线”、“灌装机”和“灭菌器”的 CIP。其中，只有灭菌器包含加热过程。产品所含的蛋白质经加热变性后如污垢般附着在灭菌器（图 3 右侧）内。使用碱处理清洗方法就是为了清除这样的污垢。具体来说，就是在大约 150°C 的温度下对污垢进行碱处理，其热变性会进一步发展，当部分分解后污垢便会从管道中被清除出去（为了得到最好的清洗效果，还可添加氯基或氧基表面活性剂）。

CIP 中，诸如“温度”、“持续时间”、“流速”和“浓度”等因素非常重要。ATP 检测也可用于设定 CIP 条件。

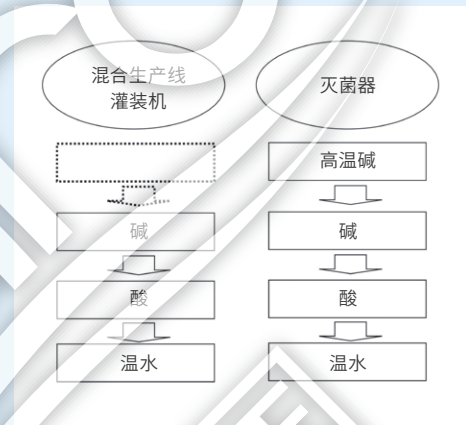


图 3 “混合生产线与灌装机”以及“灭菌器”的 CIP 流程。



照片 2 龟甲万百欧凯米发株式会社的 ATP 检测仪“Lumitester PD-30”（右）及其试剂“LuciPac Pen”（左）。

## 引进 ATP 检测的历史

根据图 2 所示,为什么无菌饮料生产工厂要在灭菌工序之前进行清洗?原因见图 4。如果有任何残留物(污垢)剩余,那么工厂用于灭菌的蒸汽和双氧水便不能穿透内部(只会对表面进行灭菌,而内部得不到灭菌)。如果该未被灭菌的残留物在生产过程中从表面掉落,其内部所含细菌便可能污染产品。它可能会造成图 5 所示的间歇性不良生产。为了防止这一情况的发生,有必要在清洗之后进行“清洁度”检查。

过去常常仅能通过“目视”确定清洁等级。然而,这一方法却不能检测“隐形污垢”。判断标准也会因个人差异或设施内的照明差异而不明确。因此,我们从 1999 年起采用了可以检测隐形污垢的 ATP 检测。如果预设好参考值,它便可根据数值结果给出明确的判断标准,不会因检测执行者的不同而有所差异。目前,茨城工厂进行 ATP 检测的部分包括混合工序中的混合罐出口、灭菌工序中的保温管以及灌装工序中的上灌装管和阀门。拭取部分的选择是依据“容易积聚污垢且容易打开”的原则。控制标准值设定在 50 RLU※范围内。

※RLU(相对光单位)是用于 ATP 检测的单位。

### 如何设置对照标准值(50RLU)

调制豆奶的浓度与 RLU 值的相关性如图 6 所示。对调制豆奶分阶段稀释,分别测量各阶段的 RLU 值后发现,大致在稀释 100 倍以后肉眼就难以目视到配管内的污垢,此时(稀释 100 倍后的稀释液)的测量值约为 1000RLU。也就是说,可以得出“采用 ATP 检查的话,能够检测出目视难以看到的污垢”的结论。另外,据说自来水的 RLU 值为 0~30RLU,将调制豆奶稀释 1 万倍后,就会显示出该 RLU 值。因此,本工厂为了按该水

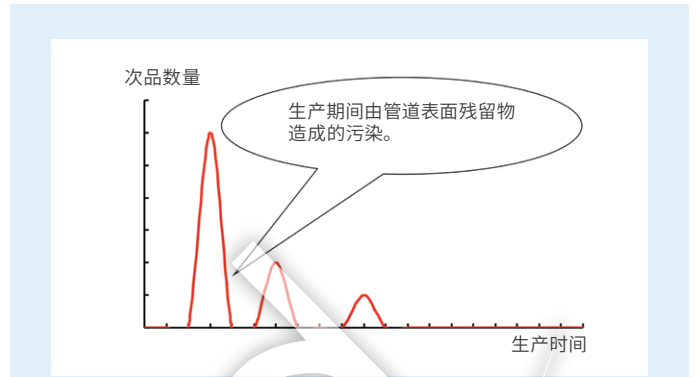


图 5 如果在管道内部剩有未灭菌的残留物,可能会造成间歇性微生物污染。

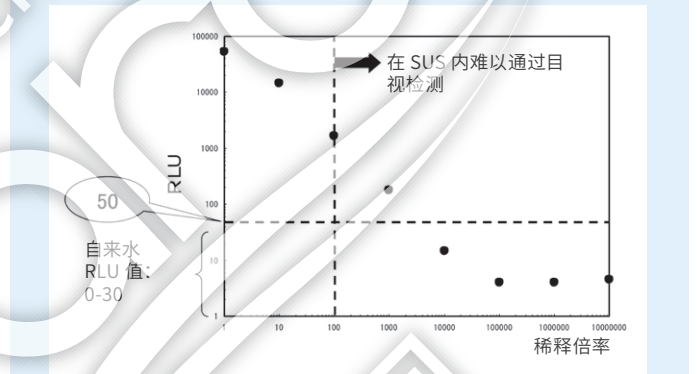


图 6 调制豆奶的浓度与 RLU 值的相关性。

平(稀释 1 万倍)实施清洗,设定了“50RLU”这一管理基准值。

同样,按此方法对豆奶饮料(麦芽咖啡)的浓度和 RLU 值的相关性也做了调查,显示出了同样的结果。根据这一数据,在制造任何一种豆奶饮料时,都将 ATP 检查的管理基准值设定为 50RLU。

如果 ATP 检查不合格,(检查人员)会向现场负责人报告,负责人收到报告后将会要求实施重新清洗直至检查合格为止。必要时可能会进行实施设备点检。

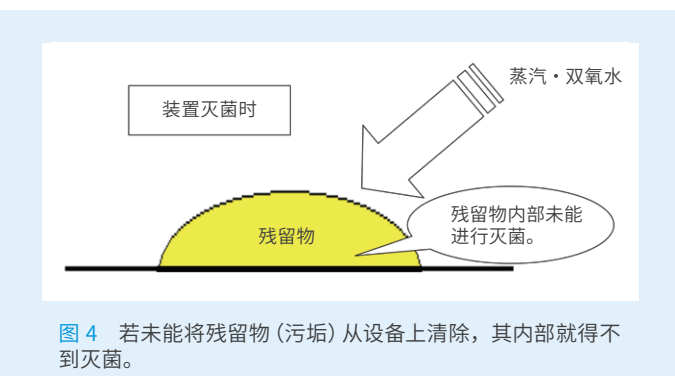


图 4 若未能将残留物(污垢)从设备上清除,其内部就得不到灭菌。

## 各个工序中对 ATP 检测的应用

### 混合工序

图 7 简要概括了混合工序。在混合罐中混合的液体被送入灭菌器进行下一道工序。该工序中的 ATP 检测在混合罐上的“取样旋塞阀”处进行(图 7 标★处)。

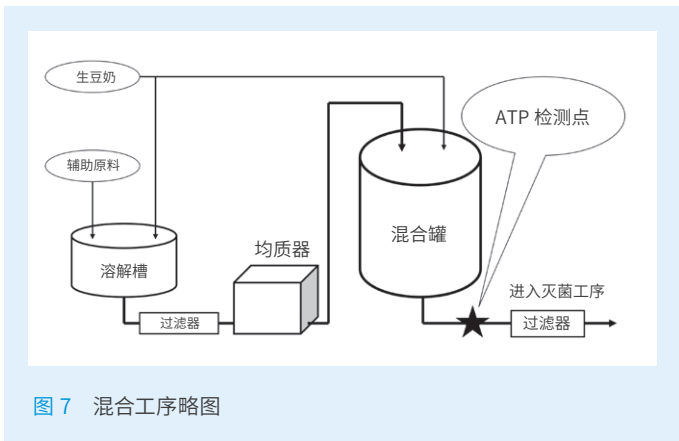


图7 混合工序略图

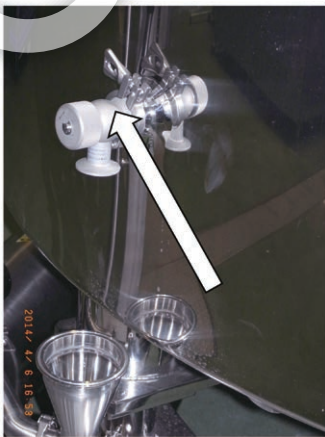
为了选择拭取部分，要在罐体的各个部分和设备处进行ATP检测。

CIP过程中，取样旋塞阀处的清洁剂流量最少。如果该处的清洁度等级良好，其它部分（具有较大的清洁剂流量）的清洁度也应良好。目前在CIP之后，沿取样旋塞阀内周进行两次拭取（照片3）。

## 灭菌工序

图8简要概括了灭菌工序。混合液体流经预加热管、用于最终加热的蒸汽喷射器和保温管，接着被送入“真空容器”。然后流经冷却管和均质器，再被送入无菌罐进行下一道工序。

高温处理后，有可能烧焦的污垢会附着在蒸汽喷射器的内表面。因此，本工序中进行ATP检测的部位是蒸汽喷射器和保温管的出口附近（图8标★处），沿其内周进行两次拭取（照片4）。



照片3 沿混合罐上的取样旋塞阀内表面的内周拭取两次。

## 灌装工序

图9总体介绍了灌装工序。来自无菌罐的液体在灌装机内被装入圆筒形纸包装中。本工序进行ATP检测的部位是“阀门”（照片5）和“上灌装管”（照片6）（图9标★处）。

根据照片5所示，阀门为了在垂直和水平管道网之间实现转换，具有复杂的结构。由于该处难以清洗，故被选作ATP检测的拭取部分。之所以将上灌装管也选为检测点是因为它是CIP的最后环节（低灌装管的ATP检测是在COP之后进行）。对阀门的拭取要沿其内周进行两次，上灌装管由于直径较小需进行三次。

## 装杯机

琦玉工厂用装杯机生产豆奶饮料和汁类饮品。图10总体介绍了装杯工艺流程。

喷嘴状的装杯机不同于传统的灌装机。因此，工厂引进该机器的同时也要设定新的CIP标准。为了测试CIP条件，大约从该设备上选取了30个部位，使其附着模型污垢（实际产品），然后进行CIP，之后再行目视检测和ATP检测。

目前进行ATP检测的部位有腔室内部、阀门组、上灌装管和灌装喷嘴（图10标★处）。关于灌装喷嘴，要在ATP检测之前拆卸下所有过滤器（10个x2组）。喷嘴过滤器上覆有网片，以避免滴落液体。由于通过CIP难以清洗网片，所以要将它拆下来进行超声波清洗。清洗完之后对其进行ATP检测。

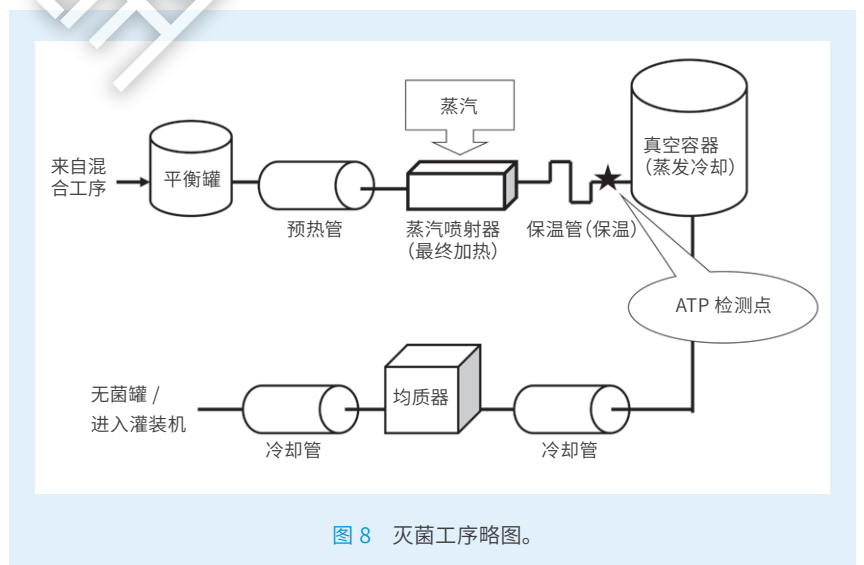
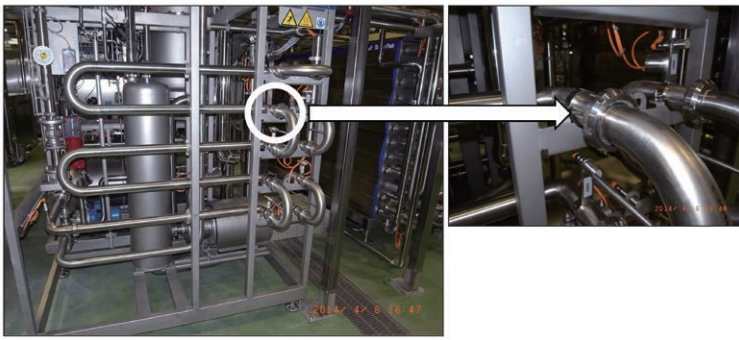


图8 灭菌工序略图。



照片 4 沿灭菌器保温管的内周拭取两次。

把所有喷嘴的过滤器拆卸下来并对每个进行 ATP 检测很费时间，但我们相信，作为清洁度彻底管理的一部分，它们对于无菌管理非常关键。

## BIB 灌装工序

我们还生产包装在各种型号（10 公斤至 1 吨）的 BIB（盒中袋）中的填充产品（照片 7）。对 BIB 灌装机进行的 ATP 检测是沿其灌装龙头内周进行一次拭取（照片 8）。

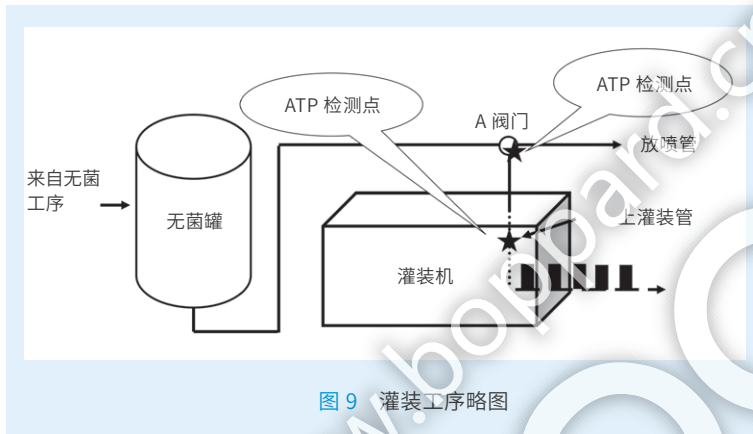


图 9 灌装工序略图

## 其它举例

ATP 检测仪便于携带，任何人都可以进行检测。它的数字结果也便于分享。由于这些特点，其它公司的工厂也进行 ATP 检测。以下是其中几例。

## 对承包生产工厂的清洁度检查

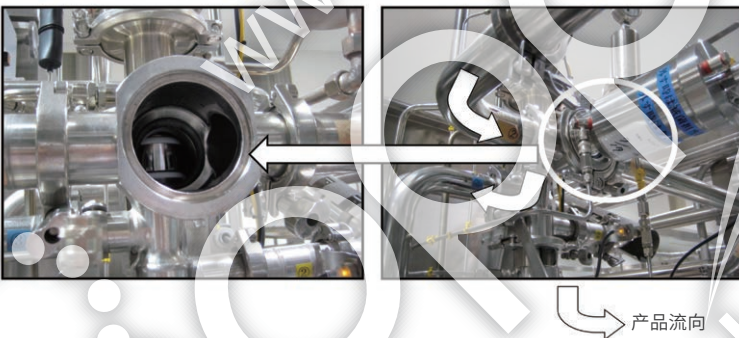
外包公司有不同的设施以及不同的清洁理念和条件。但是，ATP 检测照样可以在他们的环境中进行，而且我们可以通过把控制标准值设在 50RLU 以确认“他们与我公司有着相同卫生管理水平”。

## 对生豆奶运输车的清洁度检查

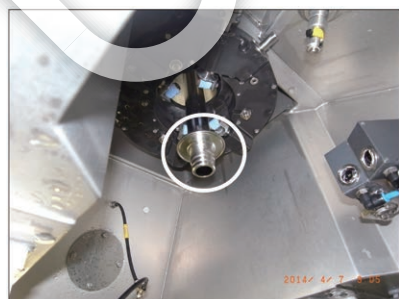
将豆奶生产外包的时候，我们生产生豆奶并用专用货车将其运至外包公司。为了在运送期间防止污染或细菌繁殖，要在罐车接收地进行 ATP 检测。

## 考虑将 ATP 测量用于出厂判断测试

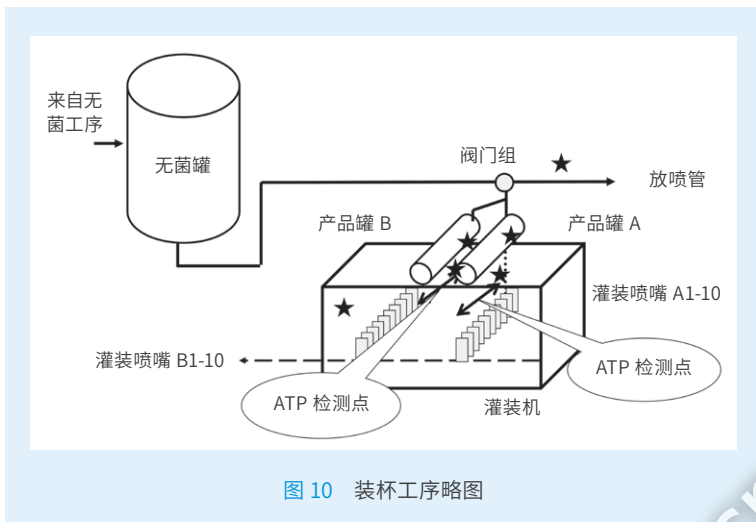
目前，产品的出厂判断是基于对微生物的培养检测。但是需要 6 天才能得出结果，测试人员需要经过无菌操作专业培训，且一天处理过近 1000 例样本。



照片 5 沿灌装机阀门内周拭取两次。



照片 6 沿灌装机上灌装管内周拭取三次。



因此，我们目前正考虑使用一种应用 ATP 测量的微生物检测试剂盒进行出厂判断测试（照片 9）。

如果将微生物检测试剂盒用于出厂判断测试，将缩短出厂时间并可带来多种好处。

需进行进一步研究以测量各类产品和污染产品的 ATP 值，以及测试微生物检测官方方法与 ATP 值之间的相关性。

[本文最初发表于 2014 年 6 月的月刊杂志“HACCP”。]



全国代理

**boppard**

宝柏·中国

www.boppard.cn  
info@boppard.cn

北京 Tel: 010 85804838  
上海 Tel: 021 62884751  
广州 Tel: 020 87326381  
香港 Tel: 852 27999019

**kikkoman**

龟甲万百欧凯米发株式会社

邮编 105-0003 日本东京都港区西新桥 2 丁目 1 番 1 号  
电话: +81-3-5521-5492 传真: +81-3-5521-5498  
邮箱: biochemifa@mail.kikkoman.co.jp  
网址: http://biochemifa.kikkoman.co.jp/e/