

## 圧縮技術を利用した芳香性木質教材の開発

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-10-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 甲賀, 健大, 鄭, 基浩 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00009181">https://doi.org/10.14945/00009181</a>

## 圧縮技術を利用した芳香性木質教材の開発

Development of the aromatic wooden teaching materials using compression-recovery processing

甲 賀 健 大\* 鄭 基 浩\*\*

Kenta KOHGA and Kiho JUNG

（2014年10月2日受理）

Compression-recovery process can make effectively insert aromatic component into the lumen of wooden cell by the mechanical changing of cell shape. This study was conducted to develop aromatic wooden material which has long term smell function with this process, in order to introduce into teaching material in elementary and junior school. It was expected that aromatic wooden teaching material will give interest to the student on understanding scientific knowledge about wooden material, moreover it will give good influence on student by aromatic therapy like sweet smell or specialized function like anti-mosquito effect with natural Citronellal component. As first step of this research, inserting ratio of liquid by compress-recovery process on low density wood was evaluated, then how long maintains the smell of aromatic material was evaluated, finally aromatic teaching material was suggested. Consequently inserting ratio of liquid by compressing-recovery process showed 2 times higher than that of non treated wood in one hour and relatively high percentage on the inserting ratio of liquid. And it was verified that the smell maintains relatively on long-term, due to be detected by not only test sensor but also human's nose over 150 days.

Key words: compression-recovery process, aromatic wooden material, teaching material

### 1. 諸言

従来の中学校技術科材料と加工領域において、材料固有の特性を活用した様々な教材が利用されてきた。その中でも木材加工の分野では、木材の強度や加工性を活かした机や椅子、本棚製作のような基本的な木材加工における機能面が重視されてきた<sup>1)</sup>。

一方近年では、子どもの創意・工夫を活かしながら、産業的・工業的高度加工技術を取り入れた教材が提案され、従来の機能面と融合した新たな教材の開発・実践への導入が活発に進んでいる<sup>2)</sup>。これらを技術の教材に応用することで、子どもひとりひとりに新たな技術リテラシーを身につけさせ、かつ知的好奇心を刺激し、創意・工夫に富んだ製作ができる。また、完成した教材が生活面で有効に利用できることだけではなく、家族にも高度加工技術を紹介するなどの有効性の高い教材になると考えられる。そこで、我々は圧縮技術を利用した芳香性をもつ機能性木材に着目し、これを教材への導入することを提案する。長期に亘り良い香り、又は、蚊よけ効果のある教材は、以上の背景から教材として高い潜在する有効性を持つと考えられる。

---

\*教育学研究科技術教育専修

\*\*技術教育講座

本研究で提案する芳香性機能を持つ木材は、比較的低密度の木材に圧縮・回復加工によって、材内に液体を大量に挿入することが出来る。この圧縮技術を活用し、材内に天然芳香剤や防虫成分を挿入することにより、長期間に亘って香りの揮発や虫よけ効果を持つ機能性木材を開発し、ものづくり教材として活用することを本研究の最終目的とした。その第一歩として、圧縮・回復過程における木材の液体吸収率を検証、芳香成分を挿入した機能性木材のにおい持続性評価を行い、幼稚園・小学校、中学校段階におけるものづくり教材を提案した。

## 2. 圧縮木材を利用した機能性木材と教材としての価値

### 2.1. 圧縮技術を利用した液体挿入メカニズム

スギ（学名：*Cryptomeria japonica*）やキリ（学名：*Paulownia tomentosa*）などの比重が約0.2～0.4の国産材は、図1に示すように元の体積の50%以下まで圧縮し、これを親水性のある液体に含浸することで、元の体積の約80%以上まで回復することができる<sup>3)</sup>。この過程より、潰れた細胞が原型に回復することにより、細胞内腔に液体を挿入することができる。このメカニズムを利用し、芳香性や虫よけ効果のある機能性木材の製作が可能になる。

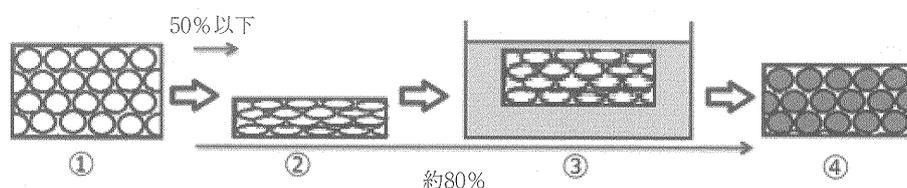


図1. 木材圧縮・回復による液体挿入メカニズム

(①圧縮前、②圧縮後、③液体吸収、④回復)

### 2.2. 芳香性の効果

日本では飛鳥時代より、匂い袋を携帯したり手紙などと一緒に保管したりする等、香りを嗜む文化があった<sup>4)</sup>。近年においてはアロマセラピーとして、エッセンシャルオイルを用いたマッサージや内服等、美容や補完・代替医療により、ストレス軽減作用、不安軽減作用等があることが明らかとなった<sup>5)</sup>。これら芳香性の効果を利用し教材化することは、ストレス社会における子どもたちのストレスマネジメントがより可能となり、教育的効果への期待も高いと考えられる<sup>5)</sup>。本研究で用いた芳香成分として、図2は市販の液体芳香剤を、図3はエッセンシャルオイルを示す。市販の液体芳香剤における成分は、無機系消臭剤、カモミールのエッセンシャルオイルが含まれる<sup>6)</sup>。また、図3のエッセンシャルオイルにおける成分は、テルペン系のリモネンやゲラニオールが25%、アルデヒドのシトロネラールが21%を占めている<sup>7)</sup>。

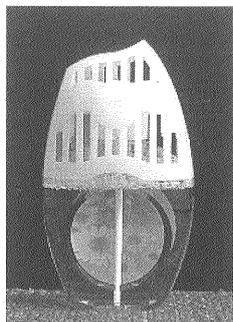


図2. 市販の液体芳香剤<sup>6)</sup>



図3. エッセンシャルオイル<sup>7)</sup>

### 3. 圧縮木材の回復による液体吸収率評価

#### 3.1. 試験方法

自作の圧縮機を用い<sup>8)</sup>、木材の圧縮過程から回復による液体吸収率における検証試験を行った。図4は、圧縮機の設計図及び完成図を示す。試験体は、キリ (a) とスギ (b) の2種類の各10体を用いた。

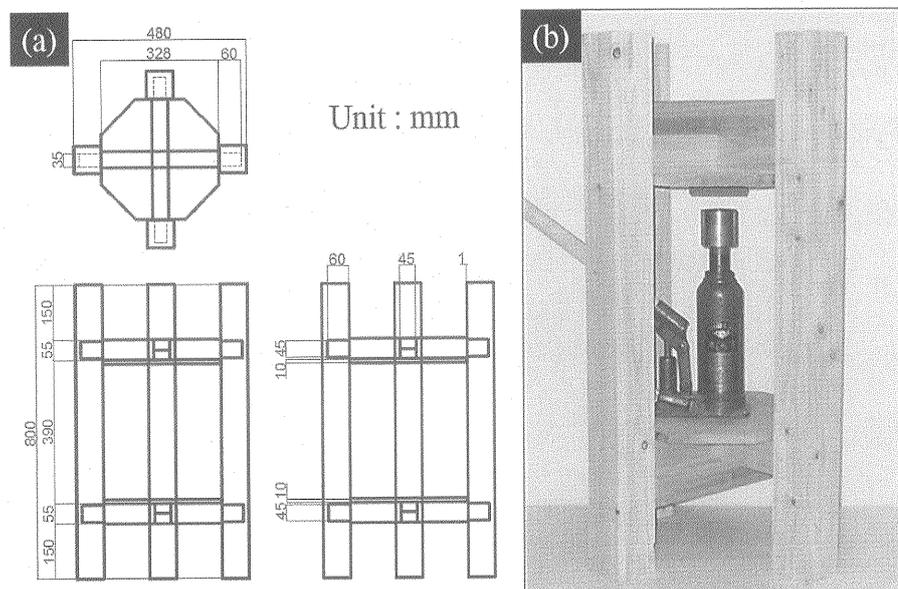


図4. (a) 圧縮機設計図 (b) 圧縮機完成図

表1. 各試験体のパラメータ

材質	試験体	比重	寸法(mm)	重量(g)
キリ	圧縮材	0.24	29.9 × 30.0 × 15.1	3.22
	非圧縮材	0.26	30.4 × 30.2 × 15.1	3.58
スギ	圧縮材	0.36	30.5 × 29.8 × 14.6	4.78
	非圧縮材	0.37	27.5 × 30.3 × 14.6	5.03

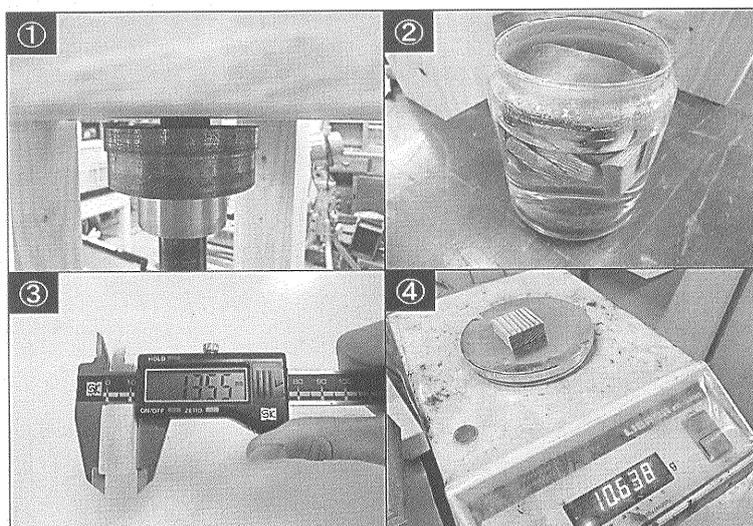


図5. 試験方法 (①圧縮、②液体へ含浸、③寸法測定、④重量測定)

木材の要素である熱可塑性のリグニンを軟化させるため、試験体は電子レンジで加熱（1kW、30秒）し<sup>3)</sup>、圧縮機により元の寸法の50%まで圧縮した。その後60℃の水に浸けて木材を回復させた。水に含浸する期間は1時間から9時間まで2時間ごとに寸法と重量を測定した。試験体は圧縮前、圧縮後、回復後の各段階で木材の厚さと重さを相対比較することにより、液体吸収率を比較した。各試験体のパラメータを表1に示す。液体吸収率を比較するため、圧縮していない試験体はコントロール材として設定した。圧縮材及び非圧縮材は、各5体設けた。

### 3.2. 結果及び考察

表2は、圧縮前後、及び回復後（9時間後）までの試験体の寸法と重量の変化を示す。尚、液体含浸から9時間後の状態を回復後とした。また、図6は各試験体の各時間における厚さの変化率の時間的推移を、図7は各時間における液体吸収率の平均を算出し、その時間的推移を示す。表2で示すように、約50%まで圧縮した何れの種類の木材においても、約80%以上まで回復した。図7より、液体吸収率において、圧縮木材は一般材の約2倍であった。また、樹種間の比較においてキリは、スギ材の1.5倍の液体吸収率であった。これは、キリの比重が約0.2でスギより密度が低く、道管要素が大きいからであると考えられる<sup>3)</sup>。キリでは時間の経過に伴い徐々に回復する様子が見られた。スギは1時間で回復が終わり、その後変化はなかった。

表2. 木材の寸法と重量の変化

		厚さ(mm)			重量(g)		
		圧縮前	圧縮後	回復後	圧縮前	圧縮後	回復後
キリ	平均	15.10	7.23	14.81	3.22	3.02	9.14
	変動係数	0.01	0.24	0.08	0.26	0.25	0.33
スギ	平均	14.60	7.10	14.27	4.78	4.40	10.49
	変動係数	0.00	0.24	0.05	0.12	0.19	0.08

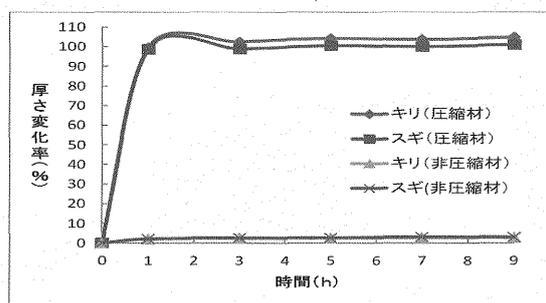


図6. 各種における厚さの平均変化率

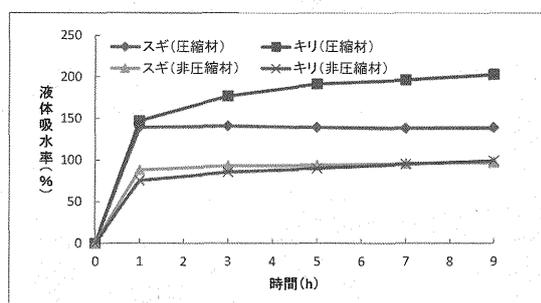


図7. 各種における平均液体吸収率の時間的推移

## 4. 芳香成分挿入木材のにおい持続性評価

### 4.1. 試験方法

芳香成分を挿入した機能性木材におけるにおいの持続性を評価した。測定器による試験と人間による官能試験の2種類を行った。試験体のパラメータとして、圧縮に適している比較的密度国産材であるキリ、スギの2種類を用いた。キリ材は、 $L \times R \times T = 10, 30, 50, 70 \times 15 \times 30$  (mm<sup>3</sup>)とし、樹種間比較としてスギ材を用いた。スギ材の寸法は、 $L \times R \times T = 30 \times 15 \times 30$  (mm<sup>3</sup>)とした。各試験体のパラメータは、表3に示す。また、芳香成分は、市販されてい

る液体芳香剤（フローラルの香り）を用いた。試験体は教材化に向け、実生活を想定し温度25℃、湿度50～60%の室内で保存した。

表3. 各試験体のパラメータ

材質	試験体	比重	寸法(mm)	重量(g)
キリ	L=1cm	0.33	10.3 × 30.0 × 15.1	1.52
	L=3cm	0.26	30.2 × 29.7 × 15.2	3.48
	L=5cm	0.27	50.2 × 30.1 × 15.2	6.30
	L=7cm	0.32	70.3 × 30.0 × 15.2	10.11
スギ	L=3cm	0.35	30.2 × 30.0 × 15.0	4.68

#### 4.1.1. 測定器による試験

測定器は、図8に示すCosmos社のニオイセンサXP-329mを用いた<sup>9)</sup>。測定器の主な検出対象ガスは、メタン、一酸化炭素、アンモニア、溶剤、アルコール、空気汚れ、ニオイ等である<sup>10)</sup>。

測定器によるニオイセンサを用いた試験方法は以下A～Dの過程で行った。また、測定の様子は図9に、測定期間は図10に示す。

- A) 測定器の電源を入れ、暖機運転する。
- B) シリカゲルによりグローブボックス内のニオイを吸収する。
- C) 測定器が安定したら [adjust] により数値を0にする。
- D) 吸気口から3 cmの距離に試験体を置き、[adjust] を押し30秒間での最高値を記録する。



図8. 測定器<sup>9)</sup>

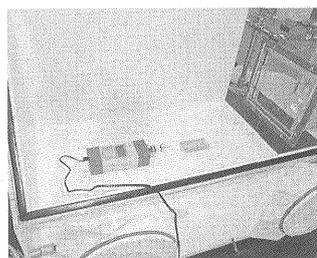


図9. 測定の様子

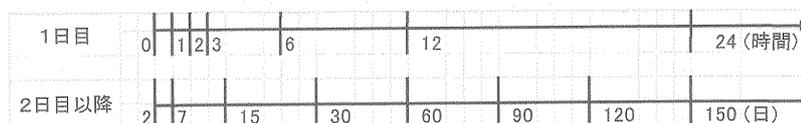


図10. 測定タイムスパン

#### 4.1.2. 人間による官能試験

芳香剤を挿入した木材を人がどのようににおいを感知するかを調べるため、官能試験を行った。被験者は平均年齢21歳の7人（男：5、女：2）とし、においの強さを測る6段階評価と、においの嗜好を測る9段階評価の2種類を行った。表4は、官能試験項目を、図11は測定期間を示す。

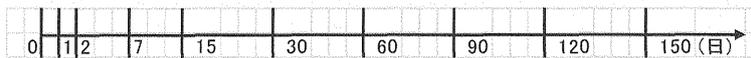


図11. 測定タイムスパン

表4. 官能試験項目

6段階評価		9段階評価	
0	無臭	-4	極端に不快
		-3	非常に不快
1	やっと感知できるニオイ	-2	不快
2	何のにおいであるかがわかる弱いニオイ	-1	やや不快
		0	快でも不快でもない
3	楽に感知できるニオイ	1	やや快
		2	快
4	強いニオイ	3	非常に快
5	強烈的なニオイ	4	極端に快

4.2. 結果及び考察

図12は、測定器による試験結果を示す。圧縮木材に液体状態である芳香成分を挿入した機能性木材は、芳香成分挿入時から7日目までは液体の乾燥に伴い数値が著しく低下した。一方で、この機能性木材は、芳香成分挿入時から7日目以降は木材内部まで浸透した芳香成分が少しずつ揮発したことにより、においが一定の水準で150日間持続した。また、樹種間比較において、キリ材とスギ材は、何れも150日間一定の水準を保ってにおいが持続した。

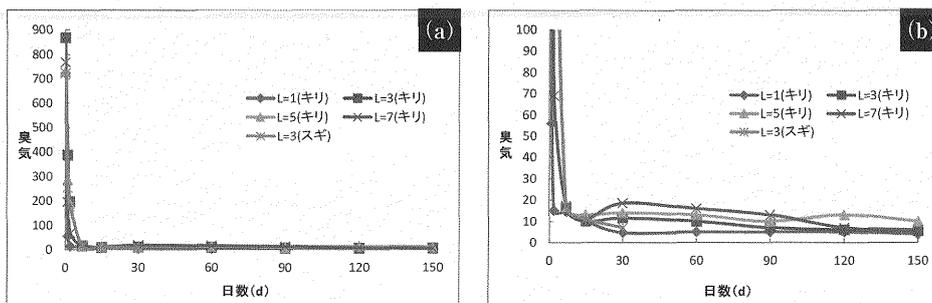


図12. 測定器によるにおい持続性 ((a) 全体図、(b) 臭気度0~100区間の拡大図)

図13は、官能試験の結果を示す。試験体の繊維方向における長さに関係なく、芳香成分挿入時において「強いニオイ」だと感じ、150日間経過した時点においても「感知できるニオイ」だと感じた。これによって、芳香成分を挿入した機能性木材は、においが150日以上持続することが明らかとなった。

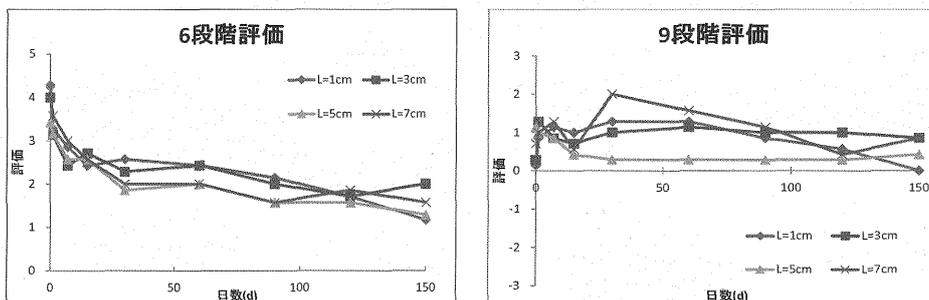


図13. 被験者平均官能試験結果

## 5. 圧縮技術を利用した機能性木材を用いた教材の提案

液体吸収率とにおいの持続性評価の結果を考慮し、我々は幼稚園・小学校段階におけるものづくり教材と、中学校段階における木材加工教材を開発した。

### 5.1. 幼稚園及び小学校教材の提案

#### 5.1.1. 蚊よけストラップ

芳香成分挿入時から7日目までのにおいの急激な放出を利用し、我々は蚊よけストラップを製作した。尚、蚊よけ成分を木材へ挿入するため、我々は天然ハーブである蚊蓮草を育成した。蚊蓮草に含まれる蚊よけ成分であるシトロネラルを水蒸気蒸留法により抽出して、木材へ挿入した。この蚊よけストラップの特徴は、2つある。1つ目は、本製品が全て天然材料でできていることである。よって、例えば市販されている虫よけストラップのプラスチック製品等に対してアレルギーに悩む子どもであっても、安心して使用できる。2つ目は、子どもの創意工夫が生かせることである。本研究では、木材への芳香成分挿入時に圧縮・回復加工を活用しているため、従来のものづくり教材よりも子どもたちの知的好奇心を刺激し、製作物のバリエーションが増える。図14は、蚊よけストラップを示す。

#### 5.1.2. アロマストラップ

我々は香りを嗜む日本の文化的背景と<sup>4,5)</sup>、本研究における機能性木材の芳香成分持続性が150日以上であることを利用し、アロマストラップの製作をした。図15は、アロマストラップを示す。

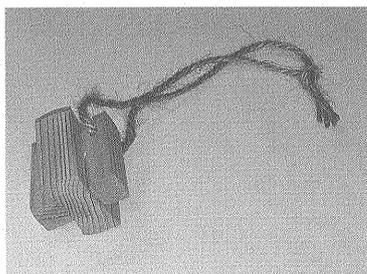


図14. 蚊よけストラップ

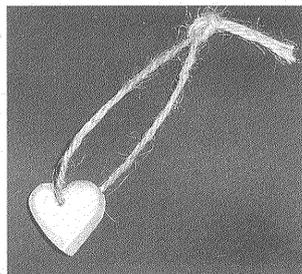


図15. アロマストラップ

### 5.2. 中学校技術科教材の提案

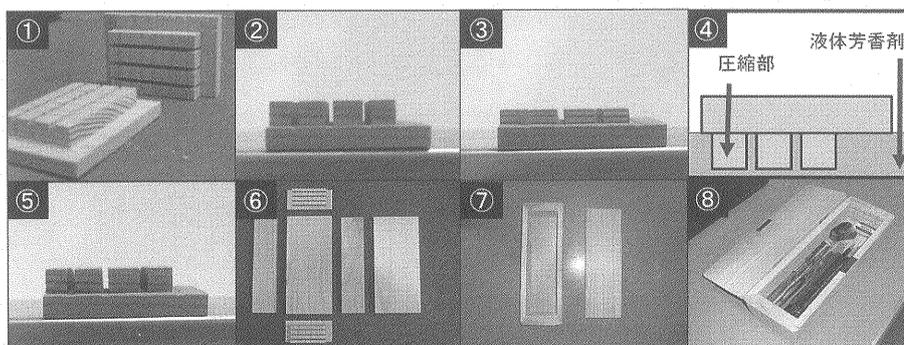


図16. 製作手順

(①液体挿入用材料、②圧縮前、③圧縮後、④液体挿入、⑤回復後、⑥全材料、⑦接合、⑧完成図)

我々は、中学校技術科の材料と加工教材において、圧縮・回復加工を利用して芳香成分を挿

入した機能性木材を、製作物における材料の一部として導入した。我々は、教材例として筆箱を製作した。図16は製作過程を示す。筆箱部品の中で、①のように両端部分に液体芳香剤挿入部を施すことにより、長時間に亘って、香りがする筆箱になる。

## 6. 結論

本研究では、木材の圧縮・回復加工による芳香性機能を持つ木材を開発し、幼稚園・小学校段階でのものづくり教材と中学校技術科における木材加工教材の提案することを最終目的とした。その第一歩として、木材の圧縮・回復加工による液体吸収力の検証、挿入した芳香成分の持続性を測定器・官能試験により評価した。その結果は以下のとおりである。

圧縮・回復加工による木材は、非圧縮材の約2倍の液体吸収力を示した。また、樹種間比較においてキリ材は、スギ材の1.5倍の液体吸収力であった。

芳香性分が挿入された木材は、7日目までは木材の乾燥に伴い測定器の値が急激に低下するが、その後から150日以上一定の水準で持続し、150日以上経過しても人間の嗅覚では感知できた。測定器では日が経つにつれてにおいが低下する一方で、官能試験において不快から快に感じる傾向が高かった。教材化に向けて芳香成分挿入から7日間の急激な放出を利用し、虫よけストラップを製作した。150日間の芳香成分の持続性を利用し、小学校段階ではアロマストラップ、中学校段階では芳香性木材を用いた筆箱を製作した。以上より、本研究は各校種に向けた教材開発として、高い有用性を示唆した。

## 7. 参考文献

1. 間田泰弘 ほか59名, 開隆堂出版, 技術・家庭 技術分野 (2004)
2. 日本産業技術教育学会全国大会, 講演論文集 (2014)
3. 古野・渡邊攻, 木材科学講座2組織と材質, 海青社 (1994)
4. 太田清史, 香と日本文化 (2008)
5. 今西二郎, 香りと医療－メディカルアロマセラピー (2008)
6. エステー株式会社 ([http://www.st-c.co.jp/products/detail/air\\_freshener\\_001443.html](http://www.st-c.co.jp/products/detail/air_freshener_001443.html)) (2014/9/27)
7. エッセンシャルオイル (<http://aroma-blumoon.jp/seiyy/sitoro.html>) (2014/9/27)
8. 甲賀健大, 日本産業技術教育学会東海支部大会講演論文集, p55, 56 (2012)
9. ニオイセンサCosmos社 XP-329m (<http://www.new-cosmos.co.jp/infor/smell/xp329m.html>) (2014/9/27)
10. 熱線型半導体式センサ (<http://www.new-cosmos.co.jp/tec/sensor/index1.html>) (2014/09/30)