B 素材に関する調査研究

1. 調査研究の課題

- 文部科学省より依頼の「教科書に 13 化学物質を使用しているか？」の調査について
  ～製紙会社、印刷工業会（教科書印刷部会）の調査報告
- 表紙の表面加工別分析について
  ～全日本光沢化工紙協同組合連合会の調査報告
- 平成 16 年度使用教科書の種類別による分析（第 1 期分析）
  対応本別、製造・流通過程別、小・中・高等学校別、紙の材質別（41種類）

■ 分析ｻﾝﾌﾟﾙの種類

区分	目的	種類
対応本	・対応本の効果を確認	全頁ｶﾗｰｺﾋﾟｰ本、表紙のみｶﾗｰｺﾋﾟｰ本、表紙のみ未加工本、消臭効果のある紙でカバー掛けをした本
製造直後の本	・製造直後の本を分析 ・印刷所での状況も確認	表面加工別、本文の種類別、小・中・高等学校別
出荷直前の本	・製造後、長いもので約半年間流通倉庫に保管されているため、変化の確認と流通倉庫の状況の確認	〃
天日干し	・天日干しをした本の効果を確認	〃

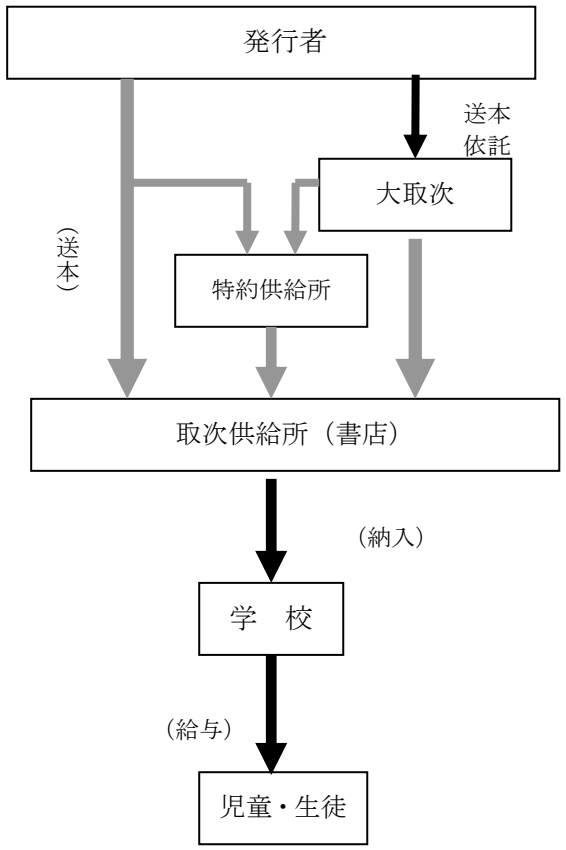
*表面加工別のテストについては、「全日本光沢化工紙協同組合連合会」でテストを実施した。
（加工-表 1 参照）

参考【教科書の製造・流通】

教科書の製造工程

作業月	用紙	印刷	出荷	備考
6 月	（前期）用紙の抄造	（前期）印刷・製本	（前期）出荷～供給	※製造直後のｻﾝﾌﾟﾙ
7 月				
8 月				
9 月				
10 月				※出荷直前のｻﾝﾌﾟﾙ
11 月				
12 月				
1 月				
2 月				（学校に納入準備）
3 月				※供給直前のｻﾝﾌﾟﾙ
4 月				⇒児童・生徒に給与

教科書の流通過程



２．調査研究の概要

素材調査分科会では、今まで教科書協会が実施してきた調査、及び関連業界の調査結果を検証した。

文部科学省から調査依頼のあった、教科書と13化学物質及びTVOCの関係について、用紙関係は日本製紙と王子製紙、印刷関係は印刷工業会（教科書印刷部会）に調査を依頼した。

用紙については、保管している用紙サンプルを、第三者機関に委託し分析調査をした。その結果、「教科書には13化学物質は使用していない」、 教科書は再生紙を採用しているが、「再生紙の原料製造工程においても使用していない」という報告である。また、原料としては使用していないが、微量検出されているホルムアルデヒド（0.2～0.4μg/g）、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル（0.2～0.8μg/g）については、製造後分析までの過程で吸着したと思われる。また、スチレン（0.3～0.6μg/g）は、塗料用接着剤の合成ゴムラテックス原料中の残存物に由来するものと考えられる。いずれも、「数値は極めて微量であり、問題のないレベルと判断する」としている。 しかし、この分析については、統一した方法を採用しなかったため、JIS A1901 に準拠した方法で再度測定を行い、確認をする必要性がある。

印刷関係については、印刷工業会より、印刷インキ工業会と全日本光沢化工紙協同組合連合会に調査を依頼した。印刷インキは、「顔料」、「樹脂」、「油分」が主要成分である。油分には、植物油（乾性油、半乾性油）と高沸点石油系溶剤が使用され、このうち高沸点石油系溶剤は、準揮発性有機化合物（SVOC）にあたる。インキ・表面加工のいずれも、13 化学物質は、配合上原料としては使用せず、製本接着剤（ホットメルト）については、VOC は全くないという報告であった。名前記入欄用ニスには、「トルエン」を使用しているが、加工時の熱で揮散するとしている。

紙、印刷インキ、表面加工、接着剤とも、「13化学物質は使用していない。残留の可能性があっても問題のないレベルと判断する」という調査報告であった。しかし、製造後の教科書を分析した結果ではないため、調査研究委員会では、実際の本を種類別に調査研究することにした。

教科書分析のサンプルは製造直後・流通過程ごとに採取し、さらに対応本についても効果を確認するため、分析を実施した。分析結果は下記のとおりである。

■分析結果　（詳細は素材－表１参照）

種　　類		放散速度	比率	効果/課題
対応本	全頁コピー本	2.27	10.9	（効果有） 耐久性・製造費の検討が必要
	表紙コピー本	15.72	75.6	（効果有） 各社統一した作り方が必要
	表紙未加工本	23.67	113.9	通常本より、放散量の増加が認められるため再検討が必要
	消臭カバー本	0.00	0.0	（効果有） 7日間カバーを掛けた後の本を測定
	天日干し本	5.16	24.8	（効果有） 30 日間陰干しをした本を測定
通常本	製造直後の本	20.78	(100)	11 種類分析をしたが、教科書によって、数値にばらつきがある。素材、印刷、保管状況等を精査して、少しでも数値を低くする工夫が必要
	出荷直前の本	16.65	80.1	

*放散速度は平均値 （単位：μg/冊）　*比率は製造直後の本を基にした（単位：%）

対応本についてみてみると、放散速度の低い順に、「消臭カバー本（0.0）」＜「全頁コピー本（2.27）」＜「天日干し本（5.16）」＜「表紙コピー本（15.72）」＜「表紙未加工本（23.67）」となり、通常本に較べて低い数値となっており、このことから対応本の効果があることが確認できた。しかし、「表紙未加工本」については、通常本より、高い数値となっている。

当初、表面加工については、「何らかの問題がある」という捉え方をしてきた。しかし、科学的な分析が必要という判断から、全日本光沢化工紙協同組合連合会は、印刷工業会の協力によって表紙加工サンプルの分析テストを行った。その結果については、TVOC 値で、「表紙未加工＞プレスコート＞マットPP＞PP加工」となり、表紙未加工の値が高い結果となった（加工−表 1 参照）。

これは、表面加工をすることによって、熱工程を通り、表紙とインキに含まれている化学物質を揮散させていることが分析結果からも現れている。従ってこの対応については、効果のある児童・生徒もいるが、「表紙未加工」にした場合、通常本の時より室内濃度の上昇が懸念されるため、再検討が必要と思われる。

ほかに、表面加工の方式でVOCを含まないUVニス加工をした教科書もある。分析結果では低い数値を示しているが、この本でも症状を訴えている児童もいる。表紙の表面加工は、長期間使用する教科書にとって堅牢性・耐久性のうえでも、不可欠なものである。VOC の有無に関わらず、におい以外に反応する児童・生徒のことをどう考えるか、対応するにあたっては大変難しい問題である。

通常本全体の平均値（素材−表 1 参照）では、製本直後の 20.78 の値が、出荷直前では 16.65 となり、若干減少している。しかし、個々に見ていくと、小学校理科3年は、製本直後の 22.7 の値が、出荷直前では1.3となり、同じ本で「天日干し」と同程度の数値になっている。また、中学校国語（6.40）、中学校理科１上（9.70）も大変低い数値である。

通常本の数値のうち、最も高い教科書を例にとって、下記の状況設定を勘案し、室内濃度推定値をもとめて検証した。

■状況設定別　室内濃度推定値

状況設定 ＼ 放散速度	製造直後 放散速度（46.8μg/冊）	天日干し 放散速度（15.6μg/冊）	減少率 ▲67%
(A) 学校環境衛生基準に準じた状況（40 名）	3.250 μg/m³	1.083 μg/m³	
(B) 座って本を読む高さを 1m にした状況（40 名）	9.750 μg/m³	3.250 μg/m³	

＜状況設定＞

- (A)：学校環境衛生基準の換気回数に基づいて算出した。40名在室、容量 180m3、換気回数小学校 2.2 回/時、中学校 3.2 回/時、高等学校 4.4 回/時。（46.8×40/180m3×3.2 回＝3.25）
- (B)：建築基準法施行令に、「50m2 を超える教室の天上の高さは、3m以上とする」と規定されている。座って本を読む高さを 1mとして、容量を 1/3 の 60m3 の室内で 40 冊の本を一斉に開いた場合を想定。（46.8×40/ 60m3×3.2 回＝9.75）

この結果、(A)(B)とも、厚生労働省の TVOC 暫定目標値（400）を大きく下回っている。なお、天日干し本は、製造直後の本と比べて7割近く減少している。

〈まとめ〉

素材分析の調査を通じて、以下のことが考えられる。

1. 対応本の分析結果では、「消臭カバー本」、「全頁コピー本」、「天日干し」、「表紙コピー本」の有効性が確認された。

   教科書は、長期間使用するため、その品質には堅牢性を考慮して製造している。従って、適した対応本は、「天日干し」「消臭カバー本」と考えられる。

2. 「表紙未加工本」については、通常本と比較して放散量が増えるため、対応本としては再検討が必要である。

3. 対応本、通常本を通じて、TVOCは総体的に低い数値を示しているが、児童・生徒が教科書を使う場合を考えると、本に顔を近づけた状態になるため、実態に即した検査方法を工夫しての分析が必要である。分析方法としては、本を開いた時の瞬間的な TVOC を測定する PID 検査（光イオン化検出器）などがある。

4. 教科書は、紙の特性から、本の置かれた環境に存在するVOCを吸着する傾向があるため、流通倉庫の現状調査や児童・生徒に供給される直前の本なども分析して、総合的に判断をする必要がある。

（ア）教科書と13化学物質

文部科学省より、厚生労働省指定の13化学物質を、教科書に使用しているかの確認について調査の要請があり、13化学物質とTVOC の調査を、製紙会社と印刷工業会（教科書印刷部会）の協力を得て実施した。

■13化学物質
①ホルムアルデヒド、②トルエン、③キシレン、④パラジクロロベンゼン、⑤エチルベンゼン、⑥スチレン、⑦フタル酸ジ-n-ブチル、⑧クロルピリホス、⑨テトラデカン、⑩フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、⑪ダイアジノン、⑫アセトアルデヒド、⑬フェノブカルブ、TVOC

① 用紙に関する調査結果

■調査会社：日本製紙㈱・王子製紙㈱

■ 両メーカーとも、保管している抄造サンプルを使用して、第三者機関に分析を依託した。

以下、製紙会社からの報告である。

<用紙に関する調査結果報告要旨>

厚生労働省より指定されている 13 化学物質及び TVOC の現状における調査結果は、以下の通りです。

① 用紙の原材料及び製造工程において指定の13化学物質及び TVOC は使用しておりません。

② 13 化学物質の内、測定時指針値の示されていた 8 化学物質及び TVOC について用紙の分析を行いました。

- JIS A1901（放散試験）に準じた測定では、指定物質は検出されませんでした。
- 材質試験では一部、微量の検出が認められましたが、これは製造後分析までの過程に吸着等されたものと推定されます。また、量的には全く問題ないレベルと判断いたしております。

③ 上記測定後にJIS A1901(2003.1.20.制定)よる測定方法が制定されましたので、追加物質を含め、各用紙について再度同法に準拠した方法で測定し、結果をご報告させていただきます。

＜測定結果＞

- 日本製紙の調査結果～（用紙-表1）を参照願います。
- 王子製紙の調査結果～（用紙-表2）を参照願います。

＜参考資料＞

- 紙の組成～（用紙-表 3）を参照願います。

日本製紙の調査結果

- 分析試料:中質教科書用紙、上質教科書用紙
- 分析機関:(株)富士分析センター(平成14年9月30日)
- 分析結果

(用紙-表1)

化学物質名 / 区分		① ホルムアルデヒド	② トルエン	③ キシレン	④ パラジクロロベンゼン	⑤ エチルベンゼン	⑥ スチレン	⑦ クロルピリホス	⑧ フタル酸ジ-n-ブチル	⑨ TVOC
厚生労働省指針値気中濃度(μg/m³)		100	260	870	240	3800	220	1 (※1)0.1	220	400
サンプリング		加熱脱着法	同左	同左	同左	同左	同左	アセトン抽出法	アセトン抽出法	加熱脱着法
分析方法		DNPH捕集高速LC	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS
測定値 μg/g	中質教科書用紙1	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04
	中質教科書用紙2	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04
	上質教科書用紙1	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04
	上質教科書用紙2	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04
	上質教科書用紙3	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04
	上質教科書用紙4	＜0.1	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.04	＜0.1	＜0.1	＜0.04

(※1)幼児の場合に摘要

【考察】

・上記8物質+TVOC及び追加5物質(テトラデカン、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、ダイアジノン、アセトアルデヒド、フェノブカルブ)は教科書用紙製造工程で使用しておりません。

・ 以上のことから、現段階では、弊社教科書用紙については、室内空気中化学物質含有量は厚生労働省の濃度指針値に対し非常に小さいと思われ、問題となるものではないと考えています。

・ 教科書用紙については古紙配合を30%程度行っており、古紙配合の有無による測定値の差は出ていないと判断しています。

【今後の予定】

この度、シックハウス症候群に対する室内空気中の化学物質の測定方法がJIS A1901として制定されました。したがいまして、弊社としましては、もう一度各教科書用紙についての対象化学物質をJIS測定方法に則り測定し、定量的に弊社教科書用紙化学物質含有量の位置付けを明確にしたいと考えております。

(以上 日本製紙㈱の報告)

王子製紙の調査結果

- 分析試料：中質教科書用紙、上質教科書用紙、上質コート紙、高級板紙
- 分析機関：(株)住化分析センター（平成14年9月6日）
- 分析結果

（用紙-表2）

区分＼化学物質名		① ホルムアルデヒド	② トルエン	③ キシレン	④ パラジクロロベンゼン	⑤ エチルベンゼン	⑥ スチレン	⑦ クロルピリホス	⑧ フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	⑨ TVOC
厚生労働省指針値気中濃度（$\mu g/m^3$）		100	260	870	240	3800	220	1 (※1)0.1	220	400
サンプリング		水 抽出法	アセトン 抽出法	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
分析方法		PFBOA 誘導体化 GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS	GCMS
測定値 $\mu g/g$	中質教科書用紙 1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜1
	上質教科書用紙 1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.2	＜1
	上質教科書用紙 2	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.6	＜0.1	0.8	＜1
	コート紙 1	0.2	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.5	＜0.1	0.6	＜1
	コート紙 2	0.2	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.3	＜0.1	0.4	＜1
	高級板紙	0.4	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.3	＜0.1	＜0.1	＜1

(※1)幼児の場合に摘要

【考察】

- 上記 8 化学物質+TVOC 及び追加 5 化学物質（テトラデカン、フタル酸ジ-n-ブチル、ダイアジノン、アセトアルデヒド、フェノブカルブ）は教科書用紙製造工程で使用しておりません。
- 弊社のデータは材質試験値であり、JIS A1901 法（放散試験）では検出されないものと推定されますまた、上記数値は含有量としても各種安全基準に比較して極めて微量であり、問題ないものと判断いたしております。
- 原料として使用していないが、一部用紙で極微量検出された物質の内、ホルムアルデヒド、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは製造後、分析までの過程で吸着したことが考えられます。
- 同じくスチレンは、塗料用接着剤の合成ゴムラテックス原料中の残存物に由来することも考えられます。
- 上記用紙には古紙が配合されておりますが、データに古紙配合との関連は認められず、古紙の影響は無視できるものと判断いたしております。

【今後の予定】

各用紙につきましてJIS A1901 に準拠した方法で再測定を行い、確認いたします。

（以上 王子製紙㈱の報告）

（用紙-表 3）

紙の組成

＜非塗工紙＞

分類	パルプ構成（%）	填料（%）	
上質紙	化学パルプ（NBKP+LBKP）100%配合	10～15%	クレー、タルク、炭酸カルシウム
中質紙	化学パルプ 70%以上（LBKP + 少量の NBKP） 他は機械パルプ又は古紙パルプ	10～15%	

＜塗工紙＞

塗工用原紙の構成素材

パルプ	化学パルプ（NBKP、LBKP）、機械パルプ（RGP、TMP 等）、古紙パルプ	紙組成の主原料	85～95%
填料	クレー、タルク、炭酸カルシウム、酸化チタン	不透明度、白色度、地合の改善	5～15%
紙力増強剤	澱粉、ポリビニルアルコール等	繊維間結合・表面強度の強化	1%未満
サイズ剤	内添サイズ剤（ロジンサイズ、アルキルケテンダイマー等）	インキのにじみ防止	
定着剤	硫酸バンド、カチオン化薬品類	薬品類の定着	
染料	着色染料、蛍光染料	紙の色味付け、色相改善他	

塗料の基本特性

顔料	クレー（顔料の 50～80%を構成）、カオリン、炭酸カルシウム、酸化チタン等	85～90%
接着剤	顔料同士の接着と、紙への接着。	10～15%
補助剤	塗工適性の改良と、印刷適性の向上を図る。	1%未満

＜品種別塗布量＞

	品種	塗布量（両面）	備考
A1	アート紙	40g/㎡前後	
A2	コート紙	20g/㎡前後	
A3	軽量コート紙	15g/㎡前後	
	微塗工紙 1	12g/㎡以下	白色度 74～78%
	微塗工紙 2	12g/㎡以下	白色度 68～73%
	中質教科書	（平均 12g/㎡程度）	14 年度用から、紙質の制限がなくなったため、基準データはない。発行会社によって異なる。 ()内の数値は、「体様のめやす」を基準にした。
	上質教科書	（平均 15g～20g/㎡程度）	

塗工用原紙に、どの程度塗料を付与するかによって、塗工紙の品種（グレード）が決定する。

② 印刷に関する調査結果

■ 調査団体:印刷工業会(教科書印刷部会)⇒印刷インキ工業会、全日本光沢化工紙協同組合連合会

以下、印刷関連業界からの報告である。

＜印刷に関する調査結果報告要旨＞

厚生労働省指定の 13 化学物質及び TVOC の調査について、教科書に用いられている平版インキ、プレスコートニス、PP 加工、名前記入欄用ニス及びホットメルト接着剤の組成と配合について、揮発性有機化合物を中心に調査をした。

印刷インキの主原料は、顔料・樹脂・植物油・高沸点石油系溶剤の 4 つであるが、印刷業界で定めたグリーン購入基準に準じて、石油系溶剤比率の少ないインキを使用して、環境汚染物質を大気へ排出しないように努めている。VOC 発生抑制のために、インキ(輪転インキを除く)においては、石油系溶剤の含有率を 15%以下にすることを目標としている。この目標に近いインキとして石油系溶剤を 20～30%削減したインキ(大豆油インキ)がある。このインキが現在では主流になっている。また、芳香族(アロマ)成分は人体に影響があるといわれていることから、印刷インキは、芳香族成分の非常に少ないアロマフリーインキの使用を促進している。

① インキ、製本用接着剤には、配合上原料として室内環境基準にある、13 化学物質を使用していない。

② インキに使用する高沸点石油系溶剤に、テトラデカンが微量含有されている可能性はある(0.04 未満～1.2%)。 一般に、石油系溶剤は種々の炭化水素の混合物で、蒸留により所定の沸点範囲に分けたものである。したがって、高沸点石油系溶剤全般に含有されている。

③ プレスコート用ワニスには、大別して水性と油性の2種類がある。一般的(教科書を含む)には、エコロジー対策で、水性ワニス(アルコール使用)が主流である。他にスチレンの残留モノマーが存在すると考えられるが、110～120℃で加熱するので、残留はないと思われる。

④ 名前記入欄用ニスは、溶剤系でトルエンを含有(50～80%)しているが、製品に対する塗布量(厚み)は微量である。これも、熱加工するので、印刷物への残留は考えられない。

1. 印刷用インキ

教科書の印刷に使用されるインキは平版インキで、輪転印刷機用インキ(オフ輪インキ)および枚葉印刷機用インキ(枚葉インキ)がある。

1)オフ輪インキ

オフ輪インキは主に本文の印刷に用いられ、印刷後、溶剤を熱風で飛ばし乾燥する。その平均的な組成を右に示した。

このインキに使用されている揮発性有機化合物(VOC)成分は高沸点石油系溶剤で、世界保健機構(WHO)の分類では準揮発性有機化合物に該当し、沸点は240℃以上である。高沸点石油系溶剤は炭素数11以上の炭化水素の混合物で、その成分は、以下のとおりである。

・パラフィン分　22～24%
・ナフテン分　76～78%
・芳香族成分　0.1～0.3%

インキの組成	含有率(%)
顔料	8～30
合成樹脂	10～40
植物乾性油	5～20
高沸点石油系溶剤	30～40
補助剤	3～ 6

高沸点石油系溶剤全般に、テトラデカンが微量含有されている可能性はある。
(0.04 未満～1.2%)

この高沸点石油系溶剤はAF(アロマフリー)溶剤と呼ばれ、アロマ(芳香族)成分を1%未満にしたもので、1997年7月に制定された日本環境協会エコマーク商品類型 No.102「オフセット印刷インキ」に採用された低公害・低毒性の溶剤である。

2）枚葉インキ

枚葉インキは溶剤の紙への浸透と乾性油の酸化重合により乾燥する。平均的組成を、右に示した。

枚葉インキに使用されている揮発性有機化合物（VOC）溶剤は、オフ輪インキと同じ高沸点石油系溶剤で、さらに沸点の高いものである。

枚葉インキの組成	含有率（%）
顔料	10～40
合成樹脂	10～45
植物乾性油	10～30
高沸点石油系溶剤	20～40
補助剤	1～ 5
ドライヤー類	1～ 3

3）UVインキ

UVインキは、主にパッケージ関係に使われており、教科書の印刷にはほとんど使用されていない。このインキは無溶剤であり、紫外線（UV）の照射により重合し乾燥する。UV照射時極微量のVOCの発生が考えられるが、VOCはUVランプの熱と送風により揮散する。組成を右に示した。

13 化学物質は、原料として使用していない。

UVインキの組成	含有率（%）
顔料	5～30
合成樹脂	10～60
感光性モノマー	5～50
助剤	0～ 5

2. プレスコートニス

教科書には水性プレスコートニスも使用されている。その組成を、右に示した。

アルコールおよび造膜剤が VOC で、アルコールとして、エチルアルコール、イソプロピルアルコールが使用されている。造膜剤としてエチレングリコールモノ-ノルマルブチルエーテルや酢酸エチレングリコールモノ-ノルマルブチルエーテルが用いられている。（造膜剤を使用していないものもある。） 希釈溶剤は水とアルコールの混合物が使用されることが多く、アルコールはメチルアルコール、エチルアルコール、イソプロピルアルコールが用いられる。他に、スチレンの残留モノマーが残留すると考えられるが、110～120℃で乾燥させるので、塗膜中にはほとんど残留しないと思われる。

ﾌﾟﾚｽｺｰﾄﾆｽの組成	含有率（%）
合成樹脂	30～50
アルコール	5～10
造膜剤	0～ 5
助剤	0～ 5

3. PP フィルム

教科書の加工には、PP フィルムも使用されている。有害性はなく、環境影響もない。揮発性はなく、臭気は無臭である。組成を右に示した。

加工は、約 120℃で貼り合わせる。

PP フイルムの組成	含有率（%）
ポリプロピレン	≧30
EP 共重合体	≦20
EPB 共重合体（ｴﾁﾚﾝ・ﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ・ﾌﾞﾀｼﾞｴﾝ）	≦20
ポリエチレン共重合体	30～60

4. 名前記入欄用ニス

実用化されている名前記入欄用ニスは溶剤系でその組成を右に示した。

トルエンが VOC であるが、製品に対する塗布厚みは、1～3 ミクロンである。加工後に、約 60℃で乾燥するため、塗膜中にはほとんど残留しないと思われる。（希釈剤に、アセトンが使用されている製品もある。）

名前記入欄用ニスの組成	含有率（%）
顔料	0～ 5
合成樹脂	15～45
トルエン	50～80

5. ホットメルト接着剤

ホットメルト接着剤に、VOCは使用されていない。

組成を右に示した。

通常の取扱いにおいては、有害性はない。加熱溶融時に生じる蒸気は、目、鼻、のどを刺激することがあるが、PRTR 法の指定化学物質には該当しない。白色固体で、軟化点 95～105℃。

ホットメルトの組成	含有率(%)
合成樹脂	80～90
固形パラフィン	10～20
酸化チタン	0～ 2

6. 大豆油インキ

大豆油インキは、オフ輪インキ、枚葉インキ中の植物乾性油や鉱物油の一部に大豆油を使用したインキで、アメリカ大豆協会がソイシール商標のライセンスを与えている。アメリカでは、主に新聞用として使われており、一般印刷物への利用度は 5%程度であまり高くない。ヨーロッパでは使用されていない。日本では、約 65%が大豆油インキである。

＜大豆油インキの条件＞

・枚葉インキ: 調合インキ全重量の20%以上

・オフ輪インキ(ヒートセット): 調合インキ全重量の7%以上

・UV インキ: 調合インキ全重量の7%以上

・新聞インキ: 調合インキ全重量の墨色は 40%以上、カラーは 30%以上

大豆油インキはその他の植物油(乾性油に分類されているもの)を含んでもよいが、一番多く含まれている油は大豆油でなければならないとされている。

※ 溶剤に植物油 100%のインキも販売されているが、印刷作業上改善すべき点もある。また、植物油(大豆も含む)が酸化重合した場合の二次生成物までの確認がなされていない現時点では、植物油(大豆 ほか)を適正に配合した現行のインキが望ましいと思われる。

(以上 印刷工業会(教科書印刷部会)・印刷インキ工業会の報告)

(イ)教科書サンプルの分析

① 表紙表面加工サンプルの分析結果

分析は、全日本光沢化工紙協同組合連合会で実施。印刷は、印刷工業会(教科書印刷部会)

- 表面加工による違いを確認するために測定した。
- 平成 15 年度用小学校図工 1・2 下の表紙
- 分析依頼会社/ﾀﾞｲﾔ分析ｾﾝﾀｰ(平成 15 年 10 月)

(加工-表 1)

族別	項目	未加工 放散速度 [μg/㎡・h]	PP+ﾒｼﾞｭｰﾑ 放散速度 [μg/㎡・h]	プレスコート 放散速度 [μg/㎡・h]	マットPP+ﾒｼﾞｭｰﾑ 放散速度 [μg/㎡・h]
脂肪族炭化水素類	n-ﾍｷｻﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	2,4-ｼﾞﾒﾁﾙﾍﾟﾝﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｲｿｵｸﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾍﾌﾟﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｵｸﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾉﾅﾝ	0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾃﾞｶﾝ	0.3	＜0.1	＜0.1	0.2
	ｳﾝﾃﾞｶﾝ	0.1	0.2	＜0.1	1.4
	ﾄﾞﾃﾞｶﾝ	＜0.1	0.1	＜0.1	0.4
	ﾄﾘﾃﾞｶﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	0.1
	ﾃﾄﾗﾃﾞｶﾝ	1.2	0.5	0.7	0.8
	ﾍﾟﾝﾀﾃﾞｶﾝ	3.0	1.0	2.1	1.6
	ﾍｷｻﾃﾞｶﾝ	2.8	0.9	2.6	1.1
芳香族炭化水素類	ﾍﾞﾝｾﾞﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾄﾙｴﾝ	＜0.1	0.2	0.4	0.5
	ｴﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｷｼﾚﾝ	0.3	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｽﾁﾚﾝ	＜0.1	＜0.1	0.9	＜0.1
	m-ｴﾁﾙﾄﾙｴﾝ	0.8	＜0.1	＜0.1	0.2
	p-ｴﾁﾙﾄﾙｴﾝ	0.7	＜0.1	＜0.1	0.1
	1,3,5-ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	0.2	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	o-ｴﾁﾙﾄﾙｴﾝ	0.2	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1,2,4-ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	1.0	0.1	＜0.1	0.4
	1,2,3-ﾄﾘﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	0.2	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1,2,4,5-ﾃﾄﾗﾒﾁﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
ﾃﾙﾍﾟﾝ類	α-ﾋﾟﾈﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	β-ﾋﾟﾈﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	D-ﾘﾓﾈﾝ	0.2	1.2	0.2	5.4
ハロケﾞﾝ類	ｼﾞｸﾛﾛﾒﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｸﾛﾛﾎﾙﾑ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1,1,1-ﾄﾘｸﾛﾛｴﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1,2-ｼﾞｸﾛﾛｴﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	四塩化炭素	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾄﾘｸﾛﾛｴﾁﾚﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1,2-ｼﾞｸﾛﾛﾌﾟﾛﾊﾟﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾌﾞﾛﾓｼﾞｸﾛﾛﾒﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ｼﾞﾌﾞﾛﾓｸﾛﾛﾒﾀﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾃﾄﾗｸﾛﾛｴﾁﾚﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	p-ｼﾞｸﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
ｴｽﾃﾙ類	酢酸ｴﾁﾙ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	酢酸ﾌﾞﾁﾙ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
ｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ・ｹﾄﾝ類	ｱｾﾄﾝ	0.2	0.4	9.2	1.3
	ﾒﾁﾙｴﾁﾙｹﾄﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾒﾁﾙｲｿﾌﾞﾁﾙｹﾄﾝ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	ﾉﾅﾅｰﾙ	0.3	0.3	0.2	0.4
	ﾃﾞｶﾅｰﾙ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
ｱﾙｺｰﾙ類 その他	ｴﾀﾉｰﾙ	＜0.1	＜0.1	0.7	＜0.1
	ｲｿﾌﾟﾛﾋﾟﾙｱﾙｺｰﾙ	0.2	0.5	25.3	1.1
	1-ﾌﾟﾛﾊﾟﾉｰﾙ	＜0.1	＜0.1	＜0.1	＜0.1
	1-ﾌﾞﾀﾉｰﾙ	＜0.1	＜0.1	0.2	＜0.1
TVOC		77.2	14.0	60.6	49.7

ｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ類(HPLC)	ﾎﾙﾑｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ	＜5.0	＜5.0	＜5.0	＜5.0
	ｱｾﾄｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ	＜5.0	＜5.0	＜5.0	＜5.0

患者の主治医より、「本文より表紙の表面加工に問題がある」という報告があり、それ以降教科書協会では、「表面加工」についても検討してきた。全日本光沢化工紙協同組合連合会では、印刷工業会(教科書印刷部会)の協力を得て分析をした結果、TVOCの比較では、未加工 (77.2μg) ＞プレスコート(60.6μg) ＞マット PP(49.7μg) ＞PP(14.0μg)の順で低くなっている。これは、PP の加工温度は約 120℃であり、インキ・紙に含まれているVOC が揮散したと思われる。マットPPは、PP加工に比べて約15℃低い温度のため、その分 VOC が残留したと思われる。プレスコートは、110～120℃の工程を通るが、塗料中に溶剤を使用しているため、他の加工より総量が増えたと思われる。未加工は、紙にインキがのっているだけなので、長時間乾燥した場合には揮発すると思われるが、総量としては、最も多い結果となった。(全て同条件で印刷直後のものをラップ包装して分析した。したがって濃度的には高めとなっている)

⇒ 対応方法、製造方法を検討する資料とする。

⇒ 微量ながら検出されているＶＯＣについては検討を加える。

② 教科書の種類別による分析結果

1） 分析の方法

■ 教科書を製造してから、児童・生徒の手に届くまで様々な工程を経るが、大半は結束（例：20部結束）された状態で流通され、児童・生徒の手に届いて初めて本が開かれることになる。その状態と、チャンバーで測定した 1 日目の放散速度が同じ状況と想定して、この方法を採用した。
（通常は、VOC 放散速度が安定する 7 日目の放散速度を用いるが、最も濃度のある 1 日目の数値で評価をした。）

■ JIS A1901：2003（小形チャンバー法）に準拠した。放散試験チャンバー内の空気濃度、通過する空気流量及び試験体の個数を求め、単位個数あたりのVOC及びアルデヒド類の放散速度を算出する方法。

2） 分析サンプルの選定

■ 対応本の効果確認と問題点を確認するために分析をする。
→全頁コピー本、表紙のみカラーコピー本、表紙のみ未加工本、消臭効果のある紙でカバー掛けをした本（製本直後の本に、7日間カバー掛け）。
→「天日干し」をした本（製本直後の本を30日間日陰干し）が、どの程度揮散しているかを確認する。

■ 製造直後の本を分析～紙・印刷・製本の状況を把握する。（基礎データ）

■ 出荷直後の本を分析～製造後の教科書は、出荷されるまで、長期間流通倉庫に保管される。その影響の有無を確認する。

■ 小・中・高等学校別、本文用紙別、表紙表面加工別に分析。
→第 1 期分析は 41 種類。
→第 2 期分析は 11 種類、PID 検出器による TVOC 測定 8 種類、流通倉庫室内濃度の測定も予定している。

3） 第 1 期分析結果（平成 16 年度用教科書41種類）

（詳細は巻末の資料①を参照のこと）

サンプル分析一覧表（1） 1 日目放散速度（単位：μg／冊）

（素材-表 1）　　平成 16 年 1 月 31 日

表面加工	サンプル	紙質	頁数	対応本					通常本				PID (TVOC)
				全頁コピー本	表紙コピー本	表紙未加工	消臭カバー本	天日干し（製造直後）	製造直後	出荷直前	供給直前	平均	
											第2期調査		第2期調査
PP加工	小生活 1・2上	上質紙	88	2.27	22.26	27.26		5.60	14.80	18.30		16.55	
	中英語 1	中質紙	120					2.00	15.20	18.50		16.85	
	(高)化学 A	中質紙	152					10.40	32.90	44.20		38.55	
	中地図	コート紙	134					15.60	46.80	33.20		40.00	
プレスコート	小保健 3・4	上質紙	24					<0.5	11.90	10.90		11.40	
	小社会 3・4上	中質紙	114		10.49	17.39		1.30	14.90	9.70		12.30	
	小図工 5・6上	コート紙	32		14.41	26.36		1.90	37.80	14.50		26.15	
UVニス	小理科 3	上質紙	76				<0.5	0.80	22.70	1.30		12.00	
	中理科 1上	中質紙	142					7.70	9.70	7.00		8.35	
ニス	中国語 3	中質紙	330					3.30	6.40	9.10		7.75	
	(高)世界史 A	中質紙	184					8.20	15.50	16.50		16.00	
全体の平均			(11点)	2.27	15.72	23.67	0.00	5.16	20.78	16.65	0.00	18.72	0.00

※供給直前とPID検査は、第2期調査の予定

サンプル分析一覧表(2)　(教室内濃度推定値の単位: μg/㎥)

(素材-表 2)　　平成 16 年 1 月 31 日

区分	整理番号	サンプルの種類	教科書名	1日目放散速度 (単位: μg/冊)			教室内濃度推定値 (TVOC)	備考
				TVOC	ﾎﾙﾑｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ	ｱｾﾄｱﾙﾃﾞﾋﾄﾞ		
対応本	1	全頁ｺﾋﾟｰ本	小生活1・2上	2.27	0.2	<0.1	0.229	○対応本の分析をして、問題点とより良い対応本について検討する。
	2	表紙ｺﾋﾟｰ本　(上質紙)	小生活1・2上	22.26	0.1	<0.1	2.248	
	3	〃　(中質紙)	小社会3・4上	10.49	0.1	0.2	1.060	
	4	〃　(ｺｰﾄ紙)	小図工5・6上	14.41	0.1	<0.1	1.456	
	5	表紙未加工本 (上質紙)	小生活1・2上	27.26	0.2	<0.1	2.754	
	6	〃　(中質紙)	小社会3・4上	17.39	<0.1	0.2	1.757	
	7	〃　(ｺｰﾄ紙)	小図工5・6上	26.36	0.2	<0.1	2.663	
	8	消臭ｶﾊﾞｰ本	小理科 3	<0.5	0.6	0.2	—	
通常本(製造直後)	9	PP貼り加工　(上質紙)	小生活1・2上	14.80	0.2	<0.1	1.495	○製造直後の本を分析して、紙・印刷・製本の状況把握と印刷現場の環境を把握する。 ○他の検査として ・PID検出器で、TVOCを簡易測定する。(3/末) ・供給直前(書店倉庫)の本を分析して、流通から書店倉庫の保管状況を把握する。(3/末)
	10	〃　(中質紙)	中英語 1	15.20	0.2	0.3	1.056	
	11	〃　(中質紙)	(高)化学A	32.90	9.3	0.9	1.662	
	12	〃　(ｺｰﾄ紙)	中 地図	46.80	0.2	0.9	3.250	
	13	ﾌﾟﾚｽｺｰﾄ加工 (上質紙)	小保健3・4	11.90	0.2	<0.1	1.202	
	14	〃　(中質紙)	小社会3・4上	14.90	0.1	0.3	1.505	
	15	〃　(ｺｰﾄ紙)	小図工5・6上	37.80	0.1	<0.1	3.818	
	16	UVﾆｽ加工　(上質紙)	小理科 3	22.70	1.2	0.2	2.293	
	17	〃　(中質紙)	中理科1上	9.70	1.4	0.7	0.674	
	18	ﾆｽ引き加工　(中質紙)	中国語 3	6.40	0.3	0.5	0.444	
	19	〃　(中質紙)	(高)世界史A	15.50	2.4	0.6	0.783	
通常本(出荷直前)	20	PP貼り加工　(上質紙)	小生活1・2上	18.30	0.1	0.1	1.848	○印刷製本後、教科書はある一定期間流通倉庫に保管される。出荷直前の本を分析して、倉庫の環境把握をする。
	21	〃　(中質紙)	中英語 1	18.50	0.2	<0.1	1.285	
	22	〃　(中質紙)	(高)化学A	44.20	5.7	1.2	2.232	
	23	〃　(ｺｰﾄ紙)	中 地図	33.20	0.2	0.2	2.306	
	24	ﾌﾟﾚｽｺｰﾄ加工 (上質紙)	小保健3・4	10.90	<0.1	<0.1	1.101	
	25	〃　(中質紙)	小社会3・4上	9.70	<0.1	0.2	0.980	
	26	〃　(ｺｰﾄ紙)	小図工5・6上	14.50	0.1	<0.1	1.465	
	27	UVﾆｽ加工　(上質紙)	小理科 3	1.30	0.4	0.2	0.131	
	28	〃　(中質紙)	中理科1上	7.00	1.2	0.2	0.486	
	29	ﾆｽ引き加工　(中質紙)	中国語 3	9.10	0.3	0.2	0.632	
	30	〃　(中質紙)	(高)世界史A	16.50	2.2	1.1	0.833	
通常本(天日干し)	31	PP貼り加工　(上質紙)	小生活1・2上	5.60	0.2	<0.1	0.566	○天日干しをすることにより、教科書に含まれている化学物質が揮発して、児童・生徒が使用できることが確認されている。1ヶ月間天日干しをした本が、どの程度揮発しているか分析をして効果の確認をする。
	32	〃　(中質紙)	中英語 1	2.00	0.2	0.2	0.139	
	33	〃　(中質紙)	(高)化学A	10.40	1.5	0.7	0.525	
	34	〃　(ｺｰﾄ紙)	中 地図	15.60	0.2	0.4	1.083	
	35	ﾌﾟﾚｽｺｰﾄ加工 (上質紙)	小保健3・4	<0.50	0.3	<0.1	—	
	36	〃　(中質紙)	小社会3・4上	1.30	0.1	0.1	0.131	
	37	〃　(ｺｰﾄ紙)	小図工5・6上	1.90	0.2	0.1	0.192	
	38	UVﾆｽ加工　(上質紙)	小理科 3	0.80	0.6	0.3	0.081	
	39	〃　(中質紙)	中理科1上	7.70	0.6	0.5	0.535	
	40	ﾆｽ引き加工　(中質紙)	中国語 3	3.30	0.2	0.1	0.229	
	41	〃　(中質紙)	(高)世界史A	8.20	0.7	0.3	0.414	

○室内濃度推定値＝放散速度×使用冊数/室内体積×換気回数

○学校環境衛生の基準: (40人在室、容量180m3の場合の換気回数～幼稚園・小学校2.2回/時、 中学校3.2回/時、 高校4.4回/時)

○厚生労働省の室内濃度暫定目標値は、揮発性有機化合物の総量を400μg/m3としている